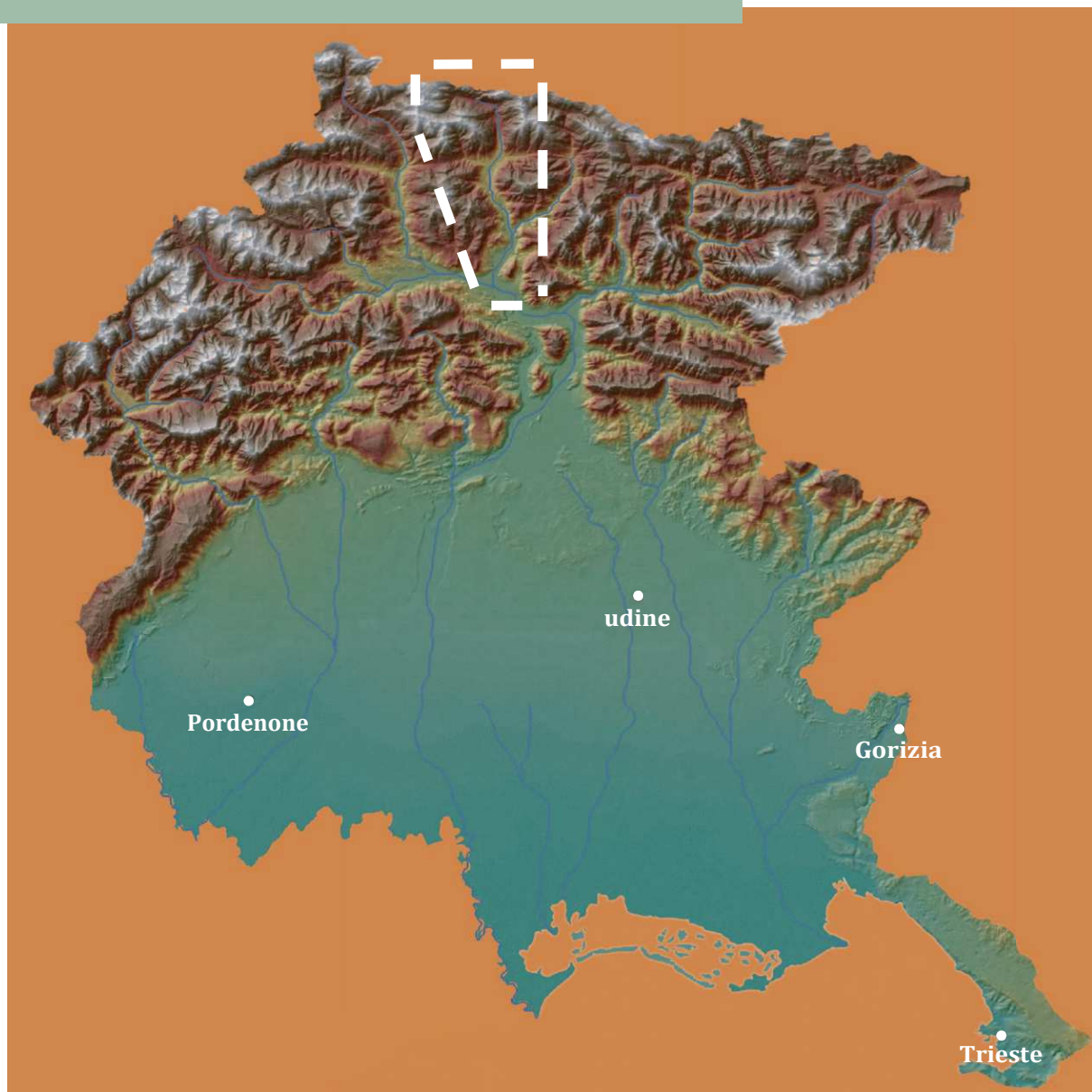


Corrado Venturini

L'EVOLUZIONE DELLA VALLE DEL BÛT (ALPI CARNICHE):

un *geofilm* iniziato
mezzo miliardo di anni fa



Introduzione

Fra le tante vallate del Friuli montano ce n'è una in particolare che è capace di trasformarsi in... un appassionante *geofilm* in 3D. La trama della sua "vita" è un intreccio di situazioni incredibili, di colpi di scena e di cambiamenti, spesso lentissimi altre volte improvvisi e inaspettati.

Vi domanderete chi sono i protagonisti di questo *geofilm*. È presto detto: l'*acqua*, quella dei mari bassi o profondi, ma anche quella dei fiumi e dei torrenti; e poi il *ghiaccio*, quello delle coltri e delle lingue glaciali che ormai, almeno da noi, non esistono più.

Si tratta dunque di un film tutto speciale, ambientato nell'alto Friuli. Manca solo qualche informazione in più sulla trama. È la storia del territorio, della sua evoluzione attraverso il tempo.

Un tempo misurato non in anni o secoli, ma in centinaia di migliaia e in decine e centinaia di milioni di anni.

Il *geofilm* sulla Valle del Bût è suddiviso in tre tempi. Potrebbero idealmente coincidere con l'*infanzia*, l'*adolescenza* e la *maturità* di questo settore montano. Manca, per ora, il capitolo sulla sua *vecchiaia*. Sarà scritto nel futuro, durante le decine e centinaia di milioni d'anni che trascorreranno da qui in avanti. Non è nostro compito prevederne la sceneggiatura.

Infanzia, adolescenza e maturità di un territorio

È molto, molto difficile - direi anzi impossibile - che confrontando la fotografia di un cinquantenne con quella che gli hanno scattato al suo primo compleanno, qualcuno possa azzardare: "È proprio lui, non ci sono dubbi!" La stessa cosa avviene per un territorio e la Valle del Bût non sfugge a questa regola. Guardando la vallata oggi, nessuno (se non i geologi!) riuscirebbe ad immaginare quello stesso settore mentre... nasceva e stava vivendo la propria infanzia.

"Ma cos'è l'*infanzia* per un territorio?" È il costruirsi del suo scheletro roccioso accumulato, strato su strato, durante il lungo trascorrere del tempo geologico. Coincide con il cosiddetto SI FORMA. "Cosa si intende invece, nel nostro caso, con l'*adolescenza* di quello stesso territorio?" La sua adolescenza è rappresentata dal tempo in cui il suo scheletro roccioso si è piegato, rotto, affastellato e sollevato. In altre parole riflette il suo SI DEFORMA.

Ora manca soltanto la *maturità*. Rappresenta senza dubbio l'aspetto più evidente e percepibile, comprensibile anche ai non esperti geologi. La maturità di un territorio si esprime attraverso quelle che sono state e sono le erosioni generate dalle acque e dai ghiacci (il SI MODELLA).

Erosioni che hanno scolpito quelle stesse rocce che un tempo lontanissimo si erano accumulate strato su strato (il SI FORMA) e che poi sono state compresse e sollevate (il SI DEFORMA) durante i grandi scontri tra le placche geologiche.

Adesso potete sedervi comodi in poltrona, con gli immancabili pop corn sulle ginocchia. Preparatevi ad immaginare il primo dei tre tempi di questo *geofilm* la cui durata complessiva sfiora i... 460 milioni di anni! La vostra immaginazione tridimensionale sarà guidata dalle mie parole. Anzi, dalle parole che la stessa Valle del Bût userà per descrivere la propria storia usando la mia penna.

Valle del Bût: l'infanzia



La Valle del Bût con i settori descritti nel testo.

È stata un'infanzia geologica molto lunga, durante la quale si sono sovrapposti - sempre strato su strato - chilometri e chilometri di depositi sedimentari e, in piccola parte, vulcanici. Tutti, col trascorrere del tempo geologico, sono stati puntualmente trasformati in rocce compatte.

Ma guai a me (e a voi!) se provassi a raccontarvela tutta, questa lunga storia. Abbandonereste, scocciatissimi, la sala di proiezione. Ecco che allora, per evitare tutto questo, vi proporrò una sintesi dei momenti più significativi di questa lunga ed incredibile *infanzia geologica*, il SI FORMA della Valle del Bût.

Le rocce, con i loro caratteri e i loro fossili, riescono a raccontare ai geologi non solo i momenti della loro antichissima nascita, ma anche le caratteristiche del lontano mondo del quale ci tramandano l'aspetto. A questi dati spesso si aggiungono - ed è quasi un miracolo geologico - anche quelli che ci trasmettono l'antica latitudine alla quale si sono formate. Meglio di così non si potrebbe sperare di ottenere dai pacchi di rocce!

La scogliera più grande d'Europa (settore 1) 380 milioni di anni

A ridosso del confine italo-austriaco troviamo, seppure distribuite in piccoli nuclei, le rocce che potrebbero corrispondere... alla prima fotografia che si fa a un neonato. Risalgono all'Ordoviciano superiore, 460 milioni di anni fa (*Formazione di Uqua*). Quasi mezzo miliardo di anni le separa dal Presente. Questi depositi sedimentari marini rappresentano il passato più remoto della Valle del Bût, della Carnia, del Friuli e di tutta la nostra penisola!

Il *geofilm* della Valle del Bût, con la parte dedicata alla sua *infanzia*, abbandona l'Ordoviciano, scorre veloce attraverso il Siluriano (il terzo periodo dell'Era Paleozoica), per poi passare rapidamente al successivo Periodo Devoniano. Il ritmo della scena ora rallenta e la macchina da presa inquadra dall'alto, con una ripresa panoramica, un paesaggio da sogno. Si tratta di una scogliera tropicale. È grande, grandissima, enorme.

Poteva assomigliare alla grande barriera corallina che oggi borda le coste nord-orientali dell'Australia, anche se gli organismi che la popolavano erano molto differenti da quelli odierni.



Le differenze litologiche fra le rocce del Devoniano e del Carbonifero nel massiccio del Monte Coglians, originano morfologie diverse a causa della differente erodibilità.



Uno stromatopore conservato in "posizione di vita" con evidenti lamine di crescita. Si tratta di invertebrati estinti, simili a spugne, tipici costruttori delle scogliere del Paleozoico e Mesozoico.



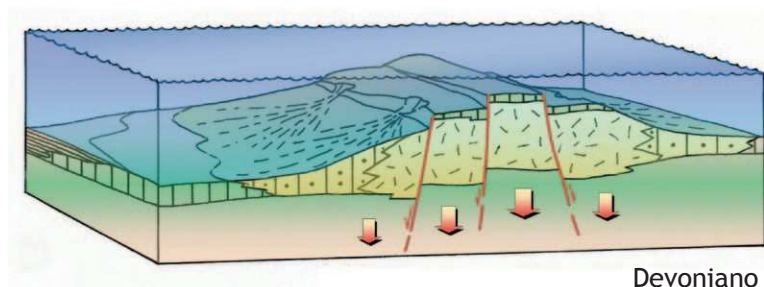
Particolare di una colonia di *Heliolites*, tabulati (organismi simili ai coralli), costruttori delle scogliere paleozoiche.

Proliferò ininterrottamente per almeno 25 milioni di anni. Il calendario della Terra segnava il Devoniano medio.

Durante il Devoniano, intorno ai 380 milioni di anni fa, questa antica scogliera era una vera meraviglia della Natura. Lo è ancor oggi, dato che i suoi resti, sollevati dal SI DEFORMA ed erosi dal SI MODELLO, formano le spettacolari pareti del Monte Coglians - il rilievo più alto del Friuli Venezia Giulia - e de La Chianevate, la cima che gli sta accanto e che chiude, con imponenza, la Valle del Bût.

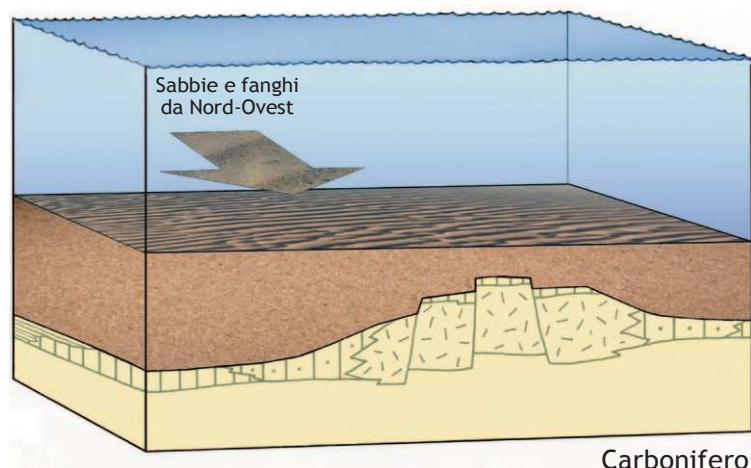
Antichissimi vulcani sottomarini (settori 2a, 2b, 2c) 330 milioni di anni fa

La Carnia e il Friuli all'inizio del Periodo Carbonifero erano già diventati un mare profondo e la scogliera del Devoniano era ormai un ricordo remoto. "La ragione di tutto questo?" Un abbassa-



a sinistra - Alla fine del Devoniano il grande corpo di scogliera sprofonda a causa di faglie distensive che abbassano i fondali marini.

sotto - Il mare si approfondisce e, nel Carbonifero, sabbie e fanghi, originati dalle erosioni fluviali della *catena ercinica*, provengono da Nord-Ovest e "seppelliscono" il vecchio corpo di scogliera.



mento progressivo dei fondali marini, accompagnato da fortissimi terremoti e relativi tsunami di inaudita potenza che scaricavano i propri effetti verso lontane fasce costiere.

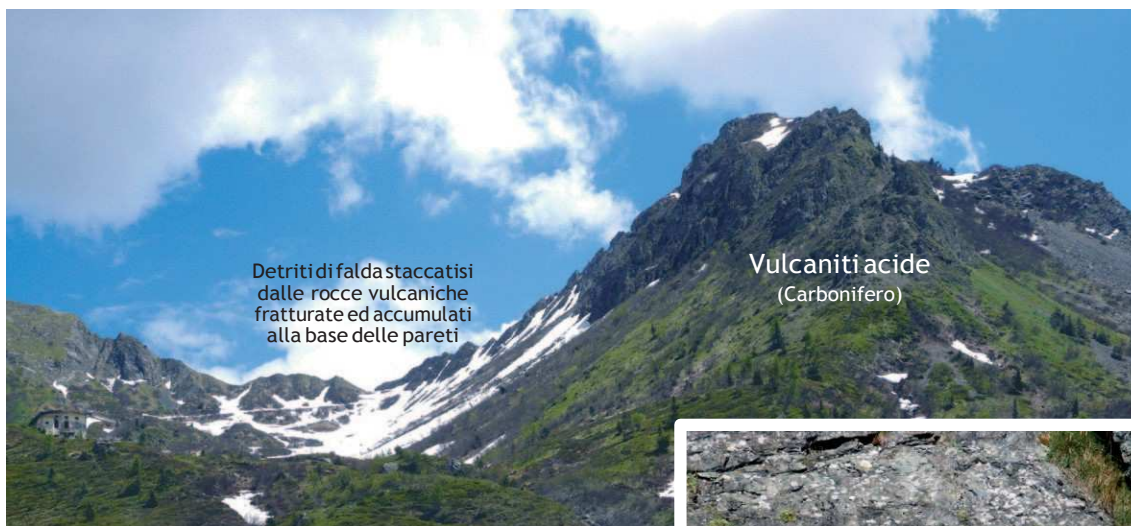
Il mare profondo della Carnia del Periodo Carbonifero richiamava sabbie e fanghi che franavano da lontani delta verso i nostri territori sottomarini. Lì si adagiavano sotto forma di migliaia di sottili strati paralleli, disposti ognuno sopra il precedente. I delta erano collocati verso le attuali zone dell'Alto Adige e dell'Austria occidentale.

Le corrispondenti rocce accumulate nel mare profondo della Carnia di quel tempo (che comprendono le due intercalazioni di depositi vulcanici di cui si parlerà tra poco) sono state chiamate dai geologi *Formazioni del Hochwipfel e del Dimon*.

Una delle domande classiche degli appassionati di geologia del Friuli è certamente questa: "In territorio friulano, ci sono dei vulcani?" La risposta è semplice: "Ci sono, ma risalgono all'infanzia della regione". Per trovarne i resti occorre andare a ritroso nel tempo di centinaia di milioni di anni. Alcuni tra questi antichi vulcani risalgono al Periodo Triassico e i loro principali centri eruttivi erano ubicati nel Tarvisiano; altri, ancora più antichi, eruttavano le loro lave nei mari del Carbonifero delle zone carniche.

Quelle stesse antichissime lave sottomarine oggi si possono toccare e raccogliere proprio in alcune delle montagne che si affacciano sulla Valle del Bût. Le loro particolari rocce laviche formano l'ossatura di quei rilievi. Sono, in altre parole, la "sostanza" (il SI FORMA), racchiusa sotto la superficie del territorio (prodotta dal SI MODELLA).

Apro una breve parentesi, servirà per non cadere in un errore molto comune. Avrete capito che i vulcani del Friuli - e di tutta l'Italia settentrionale - sono molto antichi, anzi antichissimi. I loro



Affioramenti di rocce vulcaniche del Carbonifero inferiore in Carnia:

sopra - La Crete del Mezzodi presso Pramodio (la forma **non** è quella dell'antico vulcano ma è causata dalle recenti erosioni)

a destra - Al Pizzo del Corvo affiorano "cuscini" di lava basica depositata nel mare profondo della Carnia durante il Carbonifero inferiore.



originari edifici, dalla forma spesso conica, appena dopo l'estinzione dei vulcani stessi finiscono per essere livellati dalle erosioni. In questi casi, quello che l'erosione risparmia viene coperto da nuovi strati di sedimenti. I vulcani, di conseguenza, non saranno più conservati come coni o piramidi, ma come delle enormi e ampie... frittate, racchiuse tra depositi rocciosi di altro tipo, accumulati *prima e dopo* le lave.

Qualcuno tra voi - quelli con maggiore "spirito geologico" - potrebbe però domandarsi: "*Perché allora molto spesso, quasi sempre, mi imbatto in antichissimi depositi lavici (triassici, o ancora più antichi) che hanno una forma... a cono vulcanico?*" Fate attenzione, l'aspetto delle montagne - grandi e piccole - è molto spesso a forma di cono o di piramide e questo è un effetto dovuto alle erosioni recenti (il SI MODELLA).

Quindi, anche le nostre enormi e piatte "frittate di lava", una volta che sono state spinte e sollevate dalle compressioni geologiche (il SI DEFORMA), saranno scolpite dalle acque e dai ghiacci (il SI MODELLA), i quali daranno origine a morfologie coniche o piramidali, più o meno regolari. Come vedete, queste forme del territorio non c'entrano nulla con quelle degli antichissimi, originari coni vulcanici.

Ora possiamo tornare ai prodotti lavici delle grandi eruzioni sottomarine del Periodo Carbonifero, verificatesi circa 330 milioni di anni fa. Nel lontano Carbonifero ci furono due momenti geologici nei quali, da una serie di profonde spaccature dei fondali sottomarini, cominciarono ad uscire le lave. Prima si trattò di lave acide, poi - dopo un periodo di interruzione dominato dall'arrivo di sole sabbie e fanghiglie - fu la volta delle lave basiche. Entrambe sono presenti nelle montagne della Valle del Bût.

Le prime, quelle acide (ricche in silice), le potete osservare e calpestare salendo a Pramasio, sopra l'abitato di Timau. Formano le pareti incombenti della Crete del Mezzodì (1980 m). In effetti a guardare dal basso questo rilievo roccioso sembrerebbe proprio un vulcano, ma voi ormai sapete che si tratta di un'illusione... morfologica, causata dai recenti modellamenti operati in tempi recenti dalle acque e dai ghiacci.

Il secondo tipo di lava, quella basica (povera in silice), lo trovate al Monte Zoufplan (1999 m), posto sull'altro lato della valle rispetto alla Crete del Mezzodì. Nei pressi della sommità del Monte Zoufplan, guardando la carta topografica, troverete un modesto ma interessante rilievo: il Pizzo del Corvo (1945 m). È collocato nei pressi dell'unica strada sterrata che risale la montagna ed è quindi facilmente raggiungibile. La sua particolarità è quella di essere formato da grandi bolle di lava basica, accatastate sull'altra. Una meraviglia geologica!

Pensate che quelle lave così particolari si sono accumulate su un fondale sottomarino alla profondità di almeno 1000 m. Oggi, quelle stesse lave si trovano a 2.000 m di altezza sul livello del mare. Questo vuol dire che durante la loro lunga esistenza geologica sono state sollevate fino a 3 chilometri di altezza: potenza delle compressioni crostali.

L'accumulo di nuovi sedimenti si prende una lunga pausa *320-260 milioni di anni fa*

Una cosa che non manca mai nell'incredibile film geologico della Valle del Bût è il "colpo di scena". Vi sarete accorti che il territorio è una sorta di mutevole camaleonte. È sufficiente attendere che il tempo geologico scorra, per vedere intorno a voi il palcoscenico naturale - il paesaggio o ambiente che dir si voglia - trasformarsi da mare basso, brulicante di organismi, a mare profondo e buio, rischiarato solo da improvvise risalite di magma incandescente!

E questo è solo l'inizio delle intense trasformazioni che interessarono i territori di questa vallata. Di lì a poco i fondali sottomarini smisero di sprofondare ed abbassarsi, invertendo il proprio movimento. La Carnia, e con essa l'intero settore nord-orientale d'Italia, fu compressa e schiacciata da una morsa incredibilmente tenace.

Una specie di gigantesca, enorme mano geologica capace di strizzare e accartocciare - come fossero delle sottili pagine di giornale - i 4 chilometri di strati fino a quel momento depositi nell'intervallo di tempo compreso tra il Periodo Ordoviciano e quello Carbonifero. Era in atto un'*orogenesi* - dal greco *formazione di montagne* - ossia il risultato di uno scontro fra placche geologiche (le cosiddette *placche litosferiche*, così chiamate dai geologi, nelle quali è suddivisa la crosta terrestre).

I geologi, quasi 320 milioni di anni dopo, l'avrebbero chiamata *orogenesi ercinica* (detta anche *orogenesi varisica*), per distinguerla dall'*orogenesi alpina*, molto più recente. I fondali sottomarini profondi emersero a causa delle compressioni e tutte le rocce che essi racchiudevano (dal Carbonifero giù, fino all'Ordoviciano) furono piegate, affastellate e spinte verso l'alto (SI DEFORMA). Tanto in alto che cominciarono ad emergere dal mare.

Il calendario della Terra scandiva i 320 milioni di anni fa. Sulle rocce emerse agirono le erosioni dei fiumi e dei torrenti del tempo. La catena montuosa, antichissima e primordiale, dopo qualche milione di anni finì per essere spianata dalle acque e ridotta a modeste colline. In questi casi è come tagliare ad altezza d'uomo un enorme tronco. La pianta non viene sradicata: la sua parte basale e le radici restano a testimonianza di tutta la sua lunga esistenza.

È stato così anche per le rocce paleozoiche della Valle del Bût che un antichissimo SI DEFORMA ha stritolato e spiegazzato, e che il successivo SI MODELLA ha inciso e piallato a dovere, ma senza riuscire ad eliminarle del tutto. Tant'è che sono giunte fino ai giorni nostri, a testimonianza di quanto è accaduto nel più remoto passato del nostro territorio.

Una pianura arrugginita e una laguna che evapora (settori 3a, 3b) *255 milioni di anni fa*

Da questo istante la scena del *geofilm* ancora una volta cambia in modo radicale. Sono trascorsi oltre 50 milioni di anni dall'ultima compressione dell'*orogenesi ercinica*. Le "montagne antiche" si erano trasformate in colline e i grandi corsi d'acqua che le avevano erose e piallate cominciarono a coprire i loro resti con strati di sabbia e fango.

Le sabbie e i fanghi fluviali ben presto si ossidarono, rivestendosi di una sottilissima patina rossastra a causa del clima che stava facendosi man mano più arido e secco. La grande pianura diventò di colore rosso mattone. Alimentata dalle piene dei fiumi, riuscì a formare - strato su strato - fino a 250 m di depositi. Si estendeva ben oltre i territori della futura Carnia. Con i suoi caratteristici depositi coprì un'area ampia migliaia di chilometri quadrati.

I geologi hanno chiamato *Arenaria di Val Gardena* questa sorta di spessa "coperta arrugginita" gettata sulle radici deformi delle "montagne antiche", i rilievi piallati della *catena ercinica*. Una "coperta rocciosa" fatta di sabbie cementate e indurite (trasformate in *arenarie*) e di fanghi compatti e cementati (trasformati in *peliti*). Dopo 10 milioni di anni di vita, anche la pianura del Periodo Permiano "morì". La causa della sua scomparsa fu un progressivo... annegamento. Il continuo, seppur lento abbassamento del territorio aveva favorito l'ingresso del mare, in avanzamento da Sud-Est.

Agli ultimi strati fangosi dell'antica pianura rossa cominciarono così a sovrapporsi delle rocce molto differenti. Si trattava di fittissimi strati di gesso, generati dalla continua evaporazione



Torrente Gladegna, Bosco Gai (Cercivento): antiche sabbie (oggi arenarie) e fanghi (oggi peliti) depositi in una vasta pianura (*Arenaria di Val Gardena*, Permiano superiore).



L'unica sorgente che sgorga da strati gessosi in Friuli Venezia Giulia: la grotta è percorribile per diverse decine di metri, ma è estremamente pericolosa.

Oggi le rocce gessose appaiono così: molto deformate dalle spinte dell'*orogenesi alpina*.

Località Durone, Val Pontaioba (Ligosullo): una parete rocciosa formata da prevalenti strati di gesso depositati in una laguna le cui acque evaporavano periodicamente. L'acqua che scorre fra i livelli di gesso ha creato una piccola sorgente.

delle acque marine che, a impulsi successivi, coprivano i territori dell'alto Friuli con sottili lame d'acqua salata.

Le rocce rosse dell'antica pianura del Permiano - col quale 250 milioni di anni fa si chiuse l'Era Paleozoica - fanno bella mostra di sé nei pressi di Paluzza, lungo l'incisione del Rio Gladegna, in sponda idrografica destra. Sempre nei pressi di Paluzza, ma questa volta dalla parte opposta, lungo la sponda sinistra della Val Pontaiba, potete trovare e raccogliere pezzi di gesso di età permiana.

Con la loro presenza testimoniano l'"annegamento" dell'antica pianura rossa, avvenuto poco più di 250 milioni di anni fa. Questi gessi appartengono alla *Formazione a Bellerophon* e qui, nei pressi di Treppo Carnico, formano pareti rocciose spettacolari.

Rocce multicolori per un arcobaleno di pietra (settore 4) *240 milioni di anni fa*

Il mare, da questo momento in poi, tornò ad essere il protagonista assoluto sul vasto palcoscenico geologico dell'Italia nord-orientale. La sua progressiva avanzata da Sud-Est era iniziata durante la fine del Periodo Permiano. Già all'inizio del successivo Periodo Triassico, la sua opera di conquista poteva considerarsi conclusa.

Il Friuli di allora, visto dall'alto, appariva ormai come un'unica distesa d'acqua salata. La grande pianura rossa permiana e, ancor più indietro nel tempo, le "montagne antiche" della cosiddetta *catena ercinica*, erano ormai un ricordo lontano.

Per farvi comprendere meglio qual era l'aspetto e il confine del mare che nel Triassico inferiore aveva ormai coperto tanto i territori della futura Valle del Bût quanto l'intero Triveneto centrale e settentrionale, sarà sufficiente continuare a seguire il nostro *geofilm* in 3D che intanto non

Località Araseit, presso Arta Terme:
il passaggio fra Permiano e Triassico
(quindi fra Paleozoico e Mesozoico).



Rio Randice, Arta Terme:
affioramento della
Formazione di Werfen.



si è mai interrotto. La macchina da presa sale verticalmente, allontanandosi dalla superficie marina. Più sale e più l'area di ripresa si allarga, verso Ovest e verso Sud.

Ecco che sullo schermo cominciano ad apparire delle lontane coste e il nostro mare del Triassico inferiore diventa una grande insenatura. Le coste delimitavano dei territori emersi in lento sollevamento. Una linea di riva era posizionata tra il Trentino e la Lombardia, l'altra - quella meridionale - correva lungo la congiungente tra le odierne città di Padova, Venezia e Trieste.

Il clima intanto era diventato più umido e piovoso. Le piogge che cadevano sui territori emersi formavano dei fiumi. I corsi d'acqua, come sempre accade, trasportavano ciottoli, sabbie e fanghi verso il mare. Ma questa volta il mare, a differenza di quello del Carbonifero inferiore, era diventato ovunque basso e uniforme. Le sue profondità massime raggiungevano le poche decine di metri.

Occasionalmente, le sabbie e i fanghi superavano le zone dei delta costieri e riuscivano a distribuirsi su tutti i bassi fondali marini della grande insenatura, compresa l'area della futura Valle del Bût. Se la velocità di accumulo delle sabbie e dei fanghi sotto il livello del mare è lenta, anche questi possono ossidarsi e diventare rossi, tanto quanto i depositi di una pianura. Difatti, non è raro trovare pacchi di strati di età triassica inferiore nettamente rossi.

Quando poi s'interrompeva l'apporto di sabbie e fanghi portati al mare dai fiumi, prendevano il sopravvento i depositi "locali", quelli formati direttamente nel mare grazie a miliardi di microscopici gusci calcarei o ad infinitesime particelle fangose, sempre di natura calcarea. Questi ultimi depositi, differenti per origine dai precedenti (che si erano generati per erosione di territori emersi), hanno assunto colorazioni varie: grigie, azzurre, gialle (se ricche di idrossido di ferro), rosate, marrone chiaro... Il risultato finale l'avete sotto i vostri occhi, guardando le corrispondenti rocce stratificate multicolori.

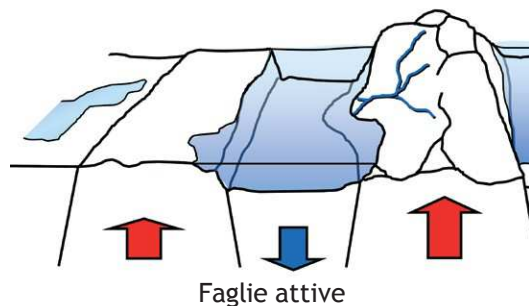
Gli strati formati nel Triassico inferiore si distinguono da tutti gli altri che li precedono e li seguono per il fatto di essere un... "fritto misto" di rocce sedimentarie di vari tipi e di tanti colori. Una sorta di magico arcobaleno di pietra. I geologi li hanno chiamati complessivamente *Formazione di Werfen*.

Questi pacchi di strati particolari, sempre in livelli sottili ed evidenti, si riconoscono con facilità in tutto l'arco alpino nord-orientale, dalle Dolomiti alla Carnia e al Tarvisiano. Il loro spessore complessivo varia, aumentando in modo regolare dalle Dolomiti occidentali (350 m), a quelle orientali (500 m), alla Carnia (720 m), mentre mancano al momento i dati per il settore tarvisiano.

Oggi la Valle del Bût ci riserva due siti particolari nei quali osservare gli antichi depositi del Triassico inferiore. Sono posti uno di fronte all'altro. Il primo, lungo il Torrente Bût, è visibile dal ponte della Strada Statale 52bis che attraversa il Rio Randice. Il secondo invece è collocato lungo il basso corso del Rio Randice, nella profonda incisione che sgretola il Monte di Rivo, sopra Piano d'Arta.

Una laguna grande come mezza Europa! (settore 5) *210 milioni di anni fa*

Il primo tempo del *geofilm* dedicato all'*infanzia, adolescenza e maturità* della Valle del Bût sta volgendo al termine. Ancora una volta la trama del nostro *geofilm*, dopo aver indugiato sulle caratteristiche "rocce arcobaleno" del Triassico inferiore, riprende a scorrere veloce. Una manciata di fotogrammi basta per documentare l'evoluzione del territorio durante il Triassico medio e la prima parte del Triassico superiore.



Faglie attive

Durante il Triassico medio, ed in parte anche nel superiore, i diversi settori di Carnia e Tarvisiano si comportavano come tasti di un pianoforte.



La parte sommitale del Monte Amariana.



Nella *Dolomia Principale* sono presenti infiniti livelli laminati di stromatoliti, legate all'accumulo di sottili livelli di carbonato di calcio ad opera di alghe.

Scendere nei particolari in questo caso non gioverebbe a nessuno. Basti sapere che durante questo intervallo di tempo, durato al massimo 20 milioni di anni, tutto il territorio triveneto, dalle Dolomiti al Tarvisiano passando per la Carnia, può essere paragonato a un... organetto! O meglio, alla tastiera di quegli organetti meccanici i cui tasti si muovono da soli una volta scelta e impostata la melodia inserendo una scheda perforata.

Ebbene sì, i fondali marini triassici furono spezzati da numerose, estese fratture verticali (trasformate in faglie) che ora sollevavano, ora abbassavano grandi settori sottomarini. Alcuni emergevano, altri sprofondavano, per poi scambiarsi i ruoli. Proprio come - in piccolo - si comporterebbero i tasti di un organetto meccanico. Verso la fine del Triassico superiore questo alzarsi ed abbassarsi del territorio (un... territoryo!) ebbe termine. I movimenti delle faglie si calmarono e ovunque finì per ristabilirsi la calma.

I fondali sottomarini erano tornati tranquilli e il mare - ancora una volta - era tornato padrone di tutto il territorio. Questa volta però, aveva fatto le cose in grande, molto in grande. Non si era limitato ad impadronirsi dell'Italia nord-orientale. Con un colpo ad effetto si era esteso a coprire tutta l'Europa meridionale del tempo. Italia, Francia, Germania, Austria, Svizzera, Slovenia...

Se per ipotesi foste vissuti verso la fine del Triassico superiore, camminando da una nazione all'altra il paesaggio sarebbe rimasto il medesimo.

Ovunque vi avrebbe accompagnato il panorama uniforme di una immensa laguna. Si trattava di un mare molto basso, ricco di alghe e fanghiglie chiare di composizione calcarea.

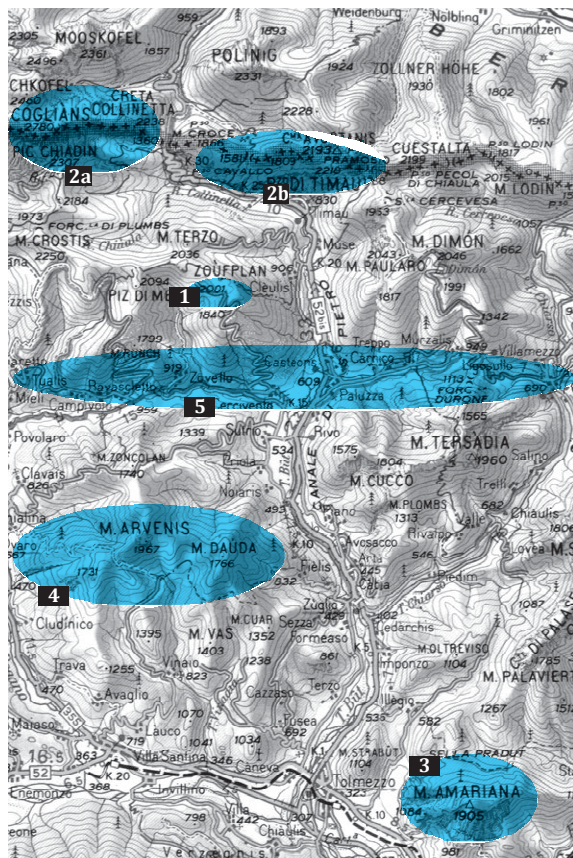
La grande laguna - collocata in posizione tropicale, a Nord dell'equatore - sopravvisse per molti milioni di anni. Sui suoi fondali finirono per accumularsi, uno sull'altro, fino a 2.000 metri di strati sottilissimi, ognuno spesso da pochi millimetri a qualche centimetro.

Metà di questi straterelli è formata da fanghiglia, da tempo immemorabile trasformata in roccia compatta, l'altra metà da tappeti di alghe "speciali". Loro stesse erano in grado di rivestirsi di fanghiglia chiara e, naturalmente, di trasformarsi col tempo in roccia. Se guardate da vicino un banco di queste rocce del Triassico superiore - chiamate dai geologi *Dolomia Principale* - non sarà difficile riconoscere i due tipi di deposito: alghe e fanghi, in sottili alternanze.

Li ritroverete uguali identici nelle montagne di tutta l'Europa meridionale. Anche le Tre Cime di Lavaredo sono fatte di *Dolomia Principale*! Lungo la Valle del Bût formano, quasi per intero, il Monte Amariana. È proprio lì che è facilissimo riconoscerle e raccoglierle nei detriti rocciosi erosi alla montagna e distribuiti a ventaglio dal Rio Citate, ai piedi del maestoso rilievo roccioso che sovrasta gli abitati di Tolmezzo ed Amaro (vedi capitolo SI MODELLA).

Si DEFORMA

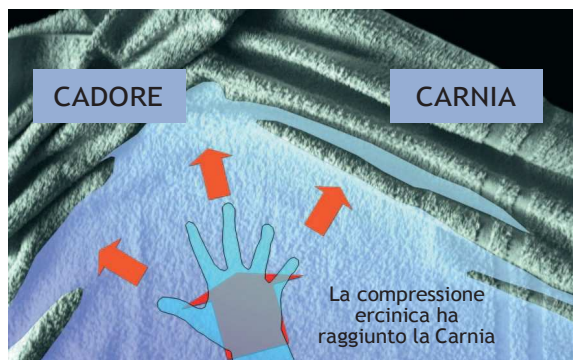
Valle del Bût: l'adolescenza



La Valle del Bût con i settori descritti nel testo.

L'orogenesi comporta l'emersione del territorio e si può riconoscere per la presenza di "discontinuità" come quella qui illustrata fra le Vulcaniti della *Formazione del Dimon* (Carbonifero inferiore) e l'*Arenaria di Val Gardena* (Permiano superiore) riconoscibile nel versante Sud-Ovest del Monte Zoufplan (settor 1).

Il modello proposto ci aiuta a comprendere gli effetti dell'orogenesi ercinica in Carnia e nel Cadore.



Non sempre il periodo dell'infanzia trascorre per tutti in modo tranquillo, senza importanti traumi. Pensiamo - ma gli esempi potrebbero essere molti - a quei bimbi che, da un giorno all'altro, si trovano coinvolti in scenari di guerra. La guerra prima o poi finisce, ma i suoi orrori, con i lutti e le immancabili devastazioni, resteranno presenti per sempre nella memoria di quei bambini.

La loro infanzia intanto ha continuato a scorrere, non si è mai interrotta. Semplicemente ha incorporato le situazioni e gli eventi, tranquilli e tragici, che ha attraversato.

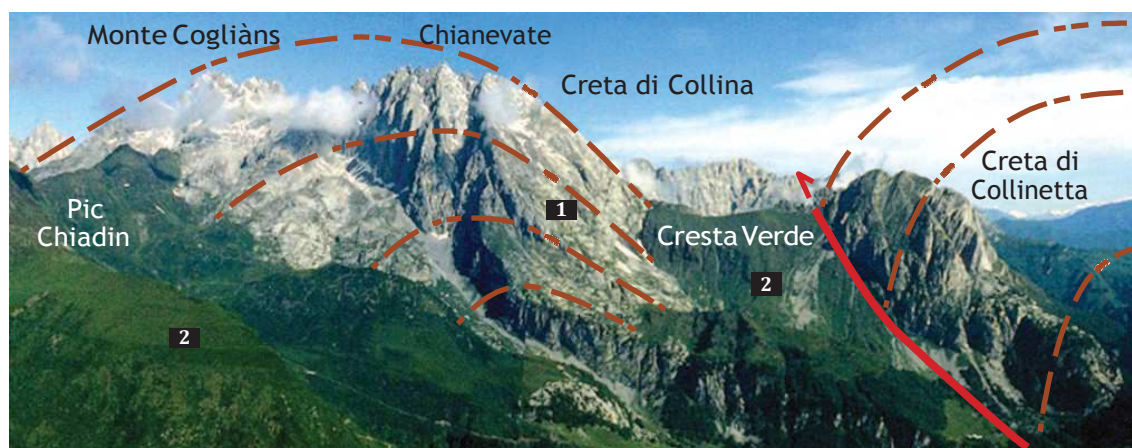
Qualcosa di molto simile è accaduto ai territori solcati dalla Valle del Bût e, più in generale, alle complessive Alpi Carniche. La loro infanzia, iniziata nel lontano Ordoviciano (Paleozoico) e proseguita poi nel Mesozoico, a un certo punto della sua storia ha incorporato un evento devastante, paragonabile a una improvvisa guerra. Si trattò dell'*orogenesi ercinica*, la gigantesca collisione crostale descritta a metà del capitolo precedente.



Poi era tornata la calma e una “coperta rossa” (la pianura permiana, l'*Arenaria di Val Gardena*) aveva finito con lo stendere un velo pietoso sui resti contorti e devastati di quella mega-collisione fra continenti. Tutto era ripreso con la tranquillità che di norma si addice all'infanzia. A tutti i tipi di infanzia, compresa quella dei territori.

Le “montagne antiche” della Valle del Bût (settori 2a, 2b) 320-305 milioni di anni fa

Cercandole con cura, è ancora possibile imbattersi nelle deformazioni causate dall'*orogenesi ercinica*. La Valle del Bût, anche sotto questo aspetto, costituisce quanto di meglio potremmo sperare di trovare. È sufficiente tornare lungo la zona di confine con l'Austria, tra il massiccio Cogliàns-Chianevate e la Creta di Timau, ed osservare con attenzione le geometrie disegnate dagli strati rocciosi di età devoniana e dalle spesse rocce che li hanno coperti durante il Carbonifero.



Nelle grandi pieghe del massiccio del Cogliàns, la mancanza degli strati del Carbonifero (2) sopra quelli del Devoniano (1) è dovuta all'erosione prodotta soprattutto dai ghiacciai.

Ci appariranno alcune enormi pieghe, grandi quanto intere montagne e oltre. Sono l'effetto di quella “guerra geologica” (l'*orogenesi ercinica*) che ha turbato l'infanzia della Valle del Bût e delle intere Alpi Carniche.

La ricerca degli effetti prodotti dall'antichissimo SI DEFORMA - quello legato all'*orogenesi ercinica* - darà presto i suoi frutti. Dopo avere completato le osservazioni legate al SI FORMA ed essere scesi fino al settore del Monte Amariana, di fronte al paese di Amaro, dove le ac-

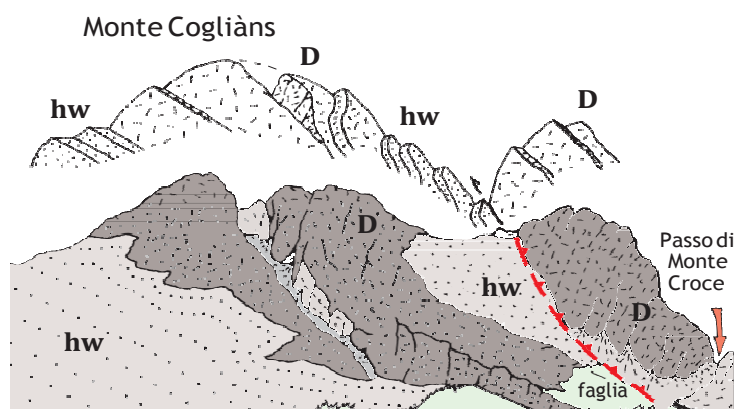


Foto e disegno mostrano e chiariscono una testimonianza tangibile dell'*orogenesi ercinica* tramandataci attraverso il tempo geologico. Il Monte Cogliàns è il rilievo più alto delle Alpi Carniche. È formato da rocce calcaree devoniane (D) ammantate da arenarie di età carbonifera (Hw).

La successione descritta, in origine orizzontale, ha subito un vistoso macro-piegamento durante la fase finale dell'*orogenesi ercinica*.

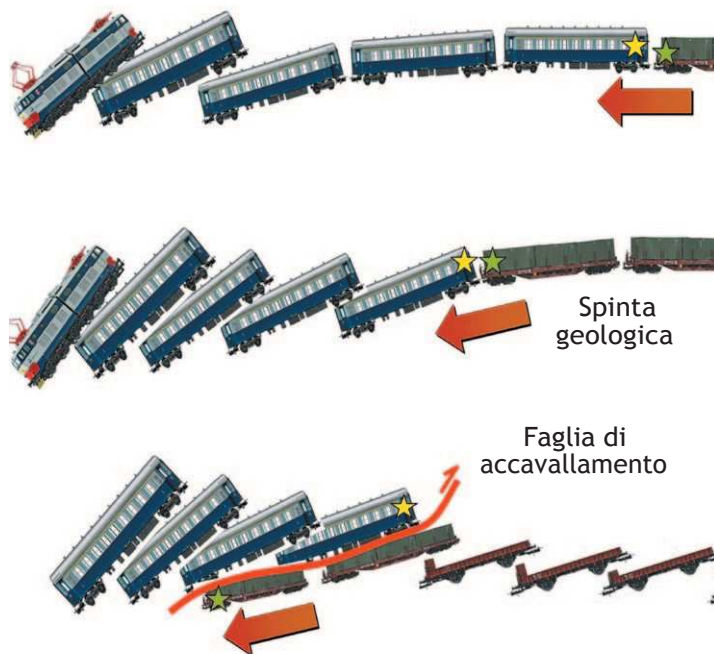
que del Torrente Bût si confondono in quelle del Fiume Tagliamento, per trovare quello che ora cerchiamo dobbiamo fare ritorno alle zone in cui il nostro viaggio aveva avuto inizio. Verso settentrione, verso la testata della Valle del Bût.

Questa volta sosteneremo a Timau, di fronte all'omonima Creta che, con le sue ripide pareti a strapiombo, incombe sul paese con un unico salto di oltre 1.000 metri. Mentre noi ci fermiamo, il *geofilm* sull'evoluzione della Valle del Bût riprende a scorrere, riportandoci a 320 milioni di anni fa, anno più anno meno.

Nella tecnica cinematografica si chiama *flashback* che, tradotto alla lettera, significa *lampo-indietro*, ossia un'illuminazione o una re-visione con maggiore dettaglio di qualcosa che è già accaduto (vedi capitolo precedente). Questo *flashback* in effetti ci riporta al momento in cui, nel volgere di pochi milioni di anni, la Valle del Bût del lontano Carbonifero da mare profondo si trasformò in montagna!

Torna buio in sala e sullo schermo prende forma un panorama che ci risulta familiare. Ecco un fondale sottomarino molto profondo, rischiarato a tratti dai bagliori delle eruzioni laviche. Gli effetti del *surrounding* amplificano i boati delle effusioni laviche. Poi, qualcosa cambia. All'inizio è solo il tipo di rumore. I boati si stanno trasformando in rombi, cupi e prolungati. Questa volta non si tratta più di eruzioni ma di terremoti, sempre più violenti.

A questo punto anche lo scenario comincia a modificarsi. Nel frattempo i vulcani si sono estinti. I fondali sottomarini adesso si inarcano, si spezzano. Enormi settori i cui sedimenti, sotto le lave, sono già diventati roccia compatta, sono ora sollevati e affastellati uno sull'altro. I quattro chilometri di rocce stratificate deposte dall'Ordoviciano al Carbonifero stanno per essere coinvolti nelle compressioni tettoniche dell'*orogenesi ercinica*.



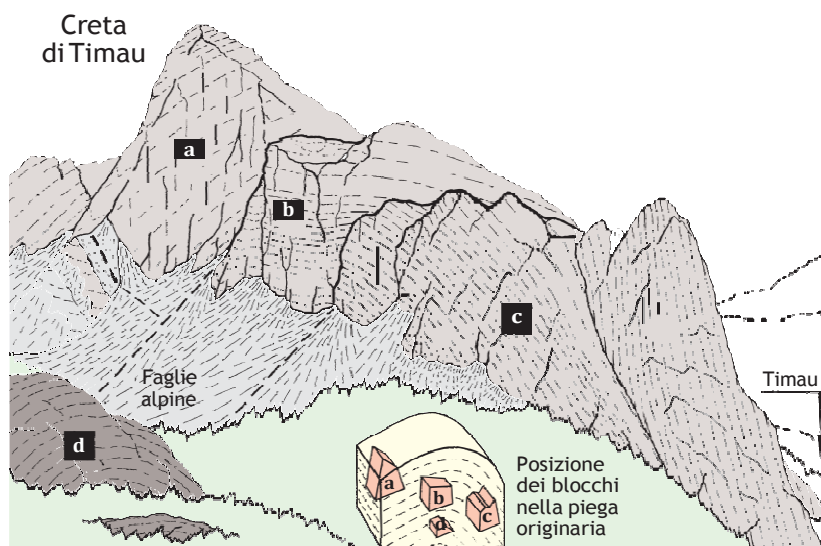
Il "disegno dinamico" si appropria del concetto tettonico di accavallamento e cerca di renderlo più... digeribile. Osservate la posizione delle stelle - che indicano due punti adiacenti - quando fra di esse si genera una faglia: la posizione finale delle stelle indica lo spostamento ("rigetto di faglia").

Si comporteranno come gigantesche tegole spinte di lato. Ogni "tegola tettonica" si affastellerà su quella adiacente. Ognuna sarà spessa da qualche decina a molte centinaia di metri; in qualche caso supererà il chilometro.

Lo schermo aumenta via via la propria luminosità: è l'effetto dei raggi solari che ora riescono ad illuminare i fondali marini inarcati e sollevati verso la superficie dalle incessanti compressioni geologiche. Nel *geofilm* accelerato basta meno di un minuto per trasformare quei fondali sottomarini in isole e poi in catena montuosa, la *catena ercinica*. Sono proprio gli ultimi secondi di questa concitata sequenza a interessarci maggiormente e, come d'incanto, la proiezione rallenta.

Con la pellicola che ora scorre a velocità ridotta, ci accorgiamo che tutte le rocce fino a questo momento affastellate come tegole adesso... continuano a "muoversi", ma in modo differente rispetto a prima. Questa volta le rocce (le stesse di prima) si deformano generando non più le piatte "tegole tettoniche" accavallate una sull'altra, ma una serie di enormi pieghe alte fino a un paio di chilometri.

Una-due-tre... Percorrendo i sentieri delle Alpi Carniche lungo la fascia di rocce di età ordoviciano-carbonifera, ancora oggi si possono contare fino a cinque differenti mega-pieghe erciniche!



Nell'area della Creta di Timau gli strati calcarei del Devoniano formano una grande piega generatasi circa 320 milioni di anni fa, durante l'*orogenesi ercinica*. Circa 20 milioni di anni fa (*orogenesi alpina*) una serie di faglie verticali ha spezzato e spostato in blocchi (a, b, c, d) la grande piega ercinica. Una sorta di gigantesco cubo di Rubik.

Ognuna alla base ha una grande faglia che fa da "scollamento" e tutte sono adagiate lateralmente una all'altra, come se stessero giocando alla cavallina e un fotografo di passaggio ne avesse immortalato l'attimo.

Una di queste mega-pieghe è visibile proprio nelle rocce della Creta di Timau e nei rilievi limotrofi. Oggi la possiamo osservare, toccare e percorrere, ma dobbiamo renderci conto che NON può essersi formata in superficie, né a poche centinaia di metri di profondità. Un paragone vi aiuterà a capire meglio.

Prendete una confezione di riquadri di pasta per lasagne. Sovrapponetene tre o quattro (le nostre "tegole tettoniche") e ora con due mani provate a piegarle... *Mission impossible!* Si spezzeranno frantumandosi, ma di pieghe nemmeno l'ombra. Basta però buttarle nell'acqua bollente per pochi minuti e il loro piegamento diventerà un gioco da ragazzi.

È bastato riscaldarle. In natura - e ora stiamo parlando nuovamente di rocce - il riscaldamento è per buona parte funzione della profondità crostale alla quale viene a trovarsi col passare del tempo una successione rocciosa. Di norma la temperatura aumenta di 3°C ogni 100 metri di profondità. Un pacco di rocce collocato a soli 5 chilometri sotto la superficie terrestre è dunque già sottoposto mediamente a temperature di 150°C.

Per non parlare della pressione che subisce, dovuta al carico di tutte le rocce soprastanti (e laterali!). Ne derivano condizioni che favoriscono la deformazione plastica delle rocce, le quali finiscono per piegarsi con facilità!

Un'ultima considerazione sulle "montagne antiche", ancora perfettamente riconoscibili in tutte le Alpi Carniche. Proviamo a retro-deformare la vecchia catena montuosa ercinica. *Retro-deformare* significa "togliere a una successione rocciosa gli effetti dovuti alle pieghe e alle faglie facendo tornare i suoi strati com'erano in origine, ossia in successione orizzontale".

In altre parole, se avessimo un giornale appallottolato, "retro-deformarlo" significherebbe ridistenderlo recuperando la sua ampiezza originaria. Questa operazione, con un semplice rapporto fra dimensioni finali e iniziali, aiuta a comprendere l'entità del raccorciamento subito. Sia per il giornale, sia per i volumi di rocce.

Ebbene, se retro-deformiamo la catena ercinica - le "montagne antiche" dell'alto Friuli - otteniamo l'estensione originaria di quelle stesse rocce: era ben 5 volte più ampia di quella odierna.

Le "montagne nuove" della Valle del Bût *20 milioni di anni fa*

La nascita e crescita delle "montagne antiche" - quelle dell'*orogenesi ercinica* di oltre 300 milioni di anni fa - possono essere dunque considerati episodi ancora legati all'*infanzia* della Valle del Bût. Non è più così per le "montagne nuove", effetto evidente a tutti di quelle compressioni geologiche che da alcune decine di milioni di anni stanno continuando a "strizzare" le Alpi e gli Appennini.

Sono le "montagne nuove" a segnare l'*adolescenza* del nostro territorio. Questo perché la loro nascita e crescita ha cambiato radicalmente - e per ora definitivamente - il suo modo di evolversi. Fino a tutto il Mesozoico (o Era Secondaria) era stato il SI FORMA a dominare.

Poi, durante il successivo Cenozoico (o Era Terziaria), ha preso il sopravvento il SI DEFORMA, il quale perdura tuttora, come attestano le ricorrenti crisi sismiche che periodicamente colpiscono il Friuli.

Pensate che il Friuli (Carnia compresa), assieme ai limitrofi settori bellunese e sloveno, è l'unica area di tutto l'arco alpino - dalle Alpi Marittime a quelle Giulie - a risentire di terremoti che hanno intensità (*magnitudo*) davvero elevata. C'è un'altra considerazione interessante. Emerge quando si parla di retro-deformazione (ricordatevi la *catena ercinica* e il foglio di giornale). Se retro-deformiamo le "montagne nuove" del territorio italiano, dalla Lombardia al Friuli, otteniamo per le zone lombarde e venete un fattore 2 di raccorciamento.

Cioè, il territorio che ora - con le deformazioni alpine - occupa una certa larghezza, un tempo - prima dell'*orogenesi alpina* - era largo il doppio. Se invece lo stesso calcolo lo applichiamo al territorio alpino e prealpino friulano, il raccorciamento corrisponde a... un fattore 3! In altre parole, la larghezza odierna delle Alpi e Prealpi Carniche oggi è pari a 1/3 della loro estensione originaria.

Per i più attenti (e per quelli che sanno ragionare) aggiungo una considerazione. L'*orogenesi alpina* in Friuli ha piegato, fagliato e raccorciato tutto quello che aveva età più antica di 20-30 milioni di anni. Il raccorciamento questa volta è stato pari a 1/3 dell'estensione originaria occupata da quelle stesse rocce prima di essere deformate. Anche in questo caso un bel risultato, non c'è da chedere!

Ora però proviamo ad applicare questo dato... alle rocce dell'alto Friuli. A quelle rocce che formavano e formano il nucleo deformatissimo della *catena ercinica*, alle "montagne antiche". Il loro raccorciamento era già 1/5 alla fine dell'*orogenesi ercinica*. Poi, circa 300 milioni di anni dopo, l'*orogenesi alpina* ha ulteriormente ridotto a 1/3 la loro estensione. Ma questo significa che le rocce che hanno subito sia l'*orogenesi ercinica* che l'*orogenesi alpina* alla fine hanno avuto un raccorciamento medio pari a... $1/15 (1/5 \times 1/3)$! Gulp!!

Se uniamo questo dato a quello precedente, che sottolineava l'elevata sismicità del settore montano friulano, il quadro che emerge è quello di un territorio decisamente dinamico. Pieghe e faglie dunque, capaci insieme di stravolgere l'aspetto originario di un territorio.

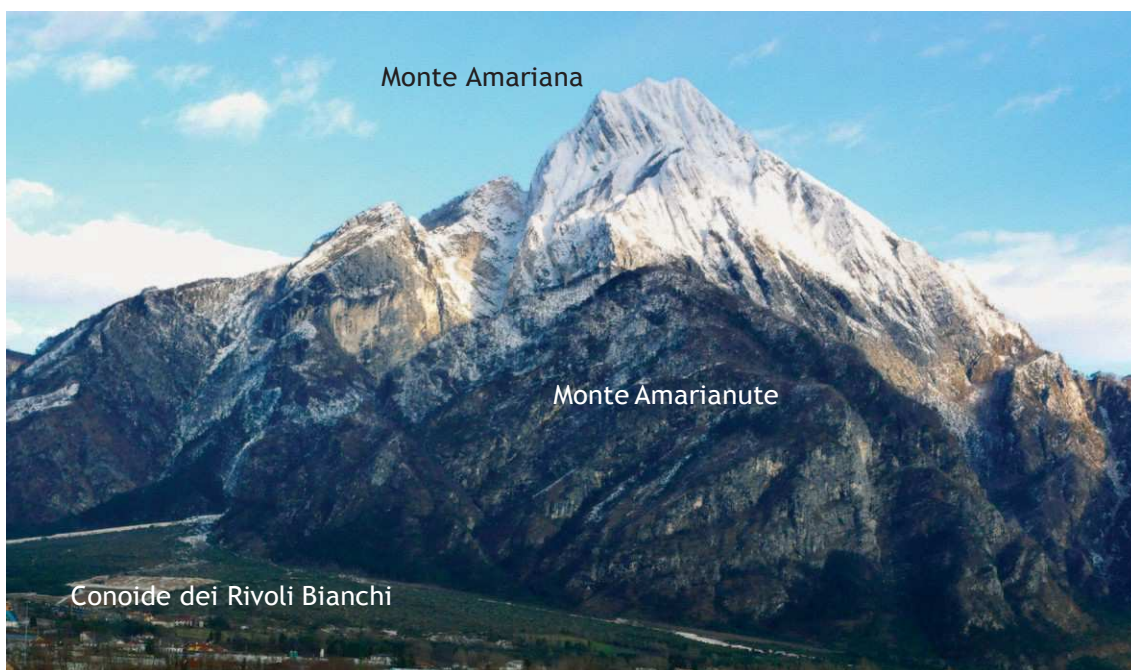
Il secondo tempo del *geofilm* sull'evoluzione geologica della Valle del Bût, sta per avere inizio. Lo schermo ripropone l'inquadratura del Monte Amariana visto dall'alto. Si riprende da quella che era stata l'ultima tappa (documentabile) del SI FORMA.

È in quel medesimo settore che cominceremo a trovare gli indizi in grado di farci comprendere anche l'evoluzione legata al più recente SI DEFORMA, all'affermazione dell'*orogenesi alpina*. Quell'evento deformativo che è stato capace di dare un'impronta determinante all'*adolescenza* del nostro territorio.

Una piega grande come una montagna! (settore 3)

Una montagna non è solamente un rilievo. Sotto l'eventuale copertura vegetale si nasconde un nucleo roccioso. La vegetazione e il suolo, quando presenti, sono una specie di vestito. Leggero o pesante esso sia è sempre un sottile rivestimento rispetto a quello che può essere considerato il "corpo" roccioso che copre e nasconde. Nel caso del Monte Amariana questa copertura è molto sottile, spesso addirittura assente. Quando questo accade la montagna svela tutti i propri misteri.

Il mistero questa volta è collegato all'origine stessa del Monte Amariana. Sono ancora molti quelli che in Carnia sono certi che il monte sia... un vulcano. La ragione di una simile convinzione (errata) è dovuta unicamente alla sua forma piramidale. Noi però sappiamo che le rocce di questo rilievo sono tutt'altro che vulcaniche (vedi capitolo SI FORMA). In aggiunta, il Monte



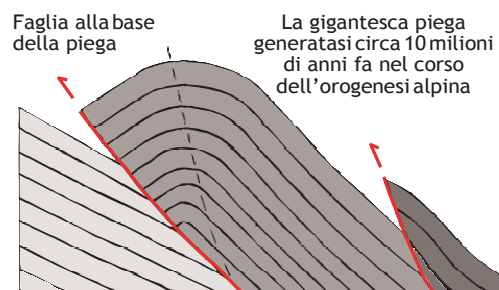
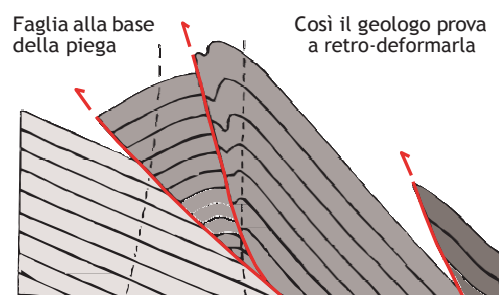
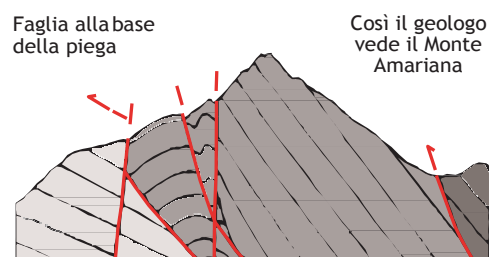
Il massiccio del Monte Amariana e, nel disegno, la ricostruzione delle sua struttura dalla condizione attuale (in alto) a quella di 10 milioni di anni fa (in basso).

Amariana conserva e tramanda attraverso il tempo geologico una serie di evidenze in grado di raccontarci anche il proprio passato deformativo.

Ed è qui che il *geofilm* comincia a mostrarci quello che gli originari strati orizzontali del Monte Amariana hanno sopportato durante lo scorrere del tempo geologico, fino ad assumere le attuali geometrie, molto inclinate.

L'orologio della Terra scandiva circa i 15 milioni di anni fa. Africa ed Europa, in lenta collisione, stavano schiacciando e stritolando le rocce tra loro interposte. L'alto Friuli subiva tutto questo e si stava di conseguenza sollevando. Da tempo la successione rocciosa che oggi forma il Monte Amariana stazionava ad alcuni chilometri di profondità, ancora sepolta sotto le spesse successioni di età giurassica e cretacea. Tutte queste rocce conservavano ancora il loro originario assetto geometrico orizzontale. Avrebbe resistito ancora per poco.

Africa ed Europa quando spingono, spingono di brutto. Senza favoritismi né sconti. In questi casi la deformazione diventa solo una questio-



ne di tempo. E il tempo per le rocce del futuro Monte Amariana era arrivato. Il calendario della Terra segnava il Miocene.

È convinzione comune che quando un volume roccioso si deforma, si generano o solamente pieghe o soltanto faglie. Dove si riscontrino entrambe si è portati a pensare che le due famiglie di deformazioni si siano sovrapposte nello stesso volume di rocce dopo essersi generate in tempi differenti. In certi casi questo può anche essere vero, ma è altrettanto innegabile che quasi tutte le grandi pieghe si formano... assieme a una grande faglia!

La grande faglia sta "sotto" alla grande piega e ne guida sia il progressivo sviluppo, sia lo spostamento "in avanti", sia l'immane sollevamento della complessiva successione piegata. Una sinergia che, replicata molte volte, porta immancabilmente alla formazione di una catena montuosa. È quanto accadde nel Miocene agli strati del Monte Amariana nel corso di una deformazione a *piega-faglia* che durò complessivamente alcuni milioni di anni.

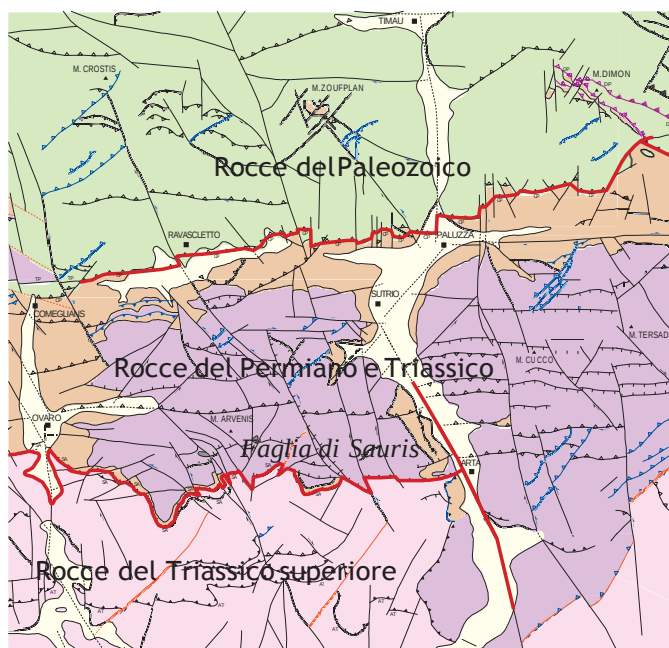
La Faglia di Sauris: come fare sparire 20 km di Carnia! (settore 4)

Quando nel nostro *geofilm* riusciamo a "vedere" la successione rocciosa del Monte Amariana che si piega, si spezza (si faglia!), si affastella e si solleva, è un po' come avere ricostruito un angolo di un grande *puzzle* dal disegno sconosciuto. Sarà d'aiuto per comprendere la figura finale, ma il risultato ottenuto da solo non potrà servire a più di tanto. La figura totale del grande *puzzle* in questo caso rappresenterà la conoscenza del SI DEFORMA. Diventa allora indispensabile trovare altri gruppi di tessere simili che consentano di ricostruire altri disegni parziali.

Questa nuova possibilità la incontriamo risalendo la Valle del Bût e concentrandoci sui rilievi che ne formano il versante destro. La scena ora si sposta dal fondovalle, all'altezza di Arta Terme, ai versanti meridionali dei Monti Arvenis e Daùda. Tutt'altra cosa rispetto al Monte Amariana. Qui la vegetazione - erba e arbusti - è padrona del territorio e ricopre tutto. Quasi tutto.

Al geologo basta individuare le piccole ma numerose zone dove ancora le rocce non sono state coperte dal suolo, per accorgersi che il sito conserva informazioni utilissime. Tra non molto la figura finale del grande *puzzle* geologico diventerà meno indecifrabile.

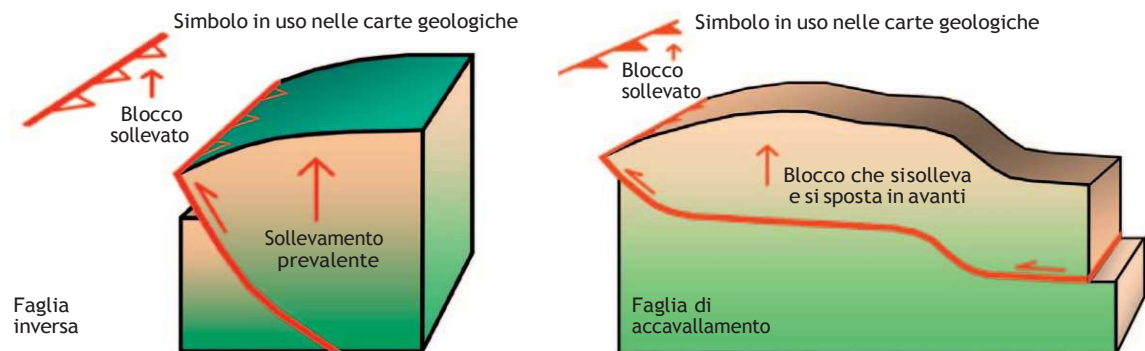
A poco meno di un chilometro dalla cima del Monte Arvenis (1968 m) e Monte Daùda (1765 m) si incontra una delle più importanti faglie del settore alpino nord-orientale: la *Faglia di Sauris*. Come ogni grande faglia che si rispetti anche questa ha un nome ben preciso. Quasi sempre è un toponimo tra i più conosciuti fra quelli delle zone che sono attraversate dalla faglia stessa.



Schema delle deformazioni dell'area centrale carnica con la posizione della Faglia di Sauris.

Solitamente è scelto dai geologi che per primi l'hanno studiata comprendendone il significato. Per i geologi una faglia può definirsi "importante" quando a) ha spostato molto le rocce che le stanno sui due lati; b) è molto estesa; c) è, come si dice in gergo geologico, attiva; ossia si muove ed è sede di ipocentro sismico. Nel migliore (o peggiore!) dei casi sono presenti tutte e tre queste prerogative. Più spesso ne basta una sola. Nel caso della *Faglia di Sauris* sono valide le prime due, anche se per il territorio friulano è l'entità dello "spostamento" a renderla unica nel suo genere.

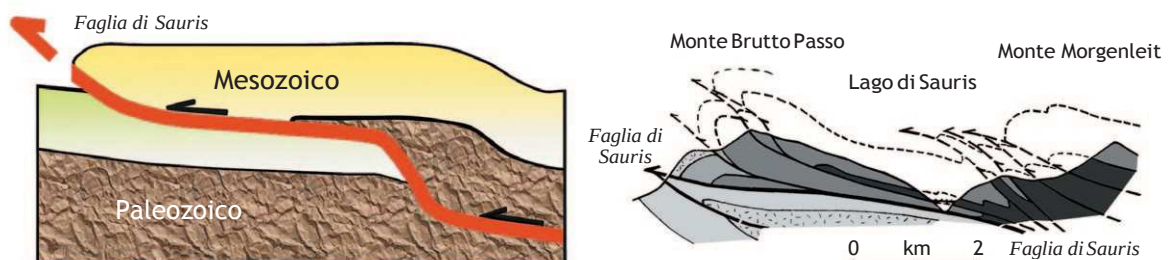
Anche in questo caso è indispensabile aprire una breve parentesi per riuscire davvero a comprendere. La *Faglia di Sauris* fa parte della importante famiglia delle "faglie compressive". Quelle che si formano quando... serrate tra le mani una torta schiacciandola lateralmente! La torta (come i volumi di rocce) si spezza in blocchi che si muovono uno rispetto all'altro lungo le superfici di rottura, le faglie compressive. È qui che diventa importante osservare per capire.



Queste faglie sono entrambe compressive: cambia la geometria dei rispettivi piani di movimento.

I piani di rottura (faglie) compressivi possono essere di due tipi: a) con l'inclinazione generalmente alta e in media intorno ai 60° ; b) con l'inclinazione che varia in modo regolare, con estesi tratti quasi orizzontali, posti su più livelli e collegati tra loro da tratti più ripidi (40° – 60°): una specie di enorme gradinata. Questo secondo tipo di faglie compressive rappresenta proprio la geometria della *Faglia di Sauris*!

Ai Monti Arvenis e Daùda, così come a Sauris, la superficie della faglia "esce" dalla profondità delle montagne e... si fa notare dal geologo. Memorizzatene la geometria "a gradinata": tra non molto vi sarà d'aiuto per comprendere l'origine dell'ultima struttura deformativa della travagliata *adolescenza* della Valle del Bût: la *Faglia Com-Pa-Pa* (vedi capitolo successivo).



Struttura della *Faglia di Sauris* e, a destra, ricostruzione degli "spostamenti" generati nell'area di Sauris. Le rocce coinvolte negli affastellamenti sono tutte di età triassica (inferiore le più scure, superiore le più chiare).

Torniamo, per il momento, alla *Faglia di Sauris* e vediamo cosa ci raccontano i geologi sullo “spostamento”, il cosiddetto rigetto di faglia, che ha interessato le due masse rocciose poste sopra e sotto alla rottura. Dovrei dire “spostamenti” al plurale, dato che si possono misurare sia come componente orizzontale - misurando il raccorciamento subito dal territorio - sia come componente verticale - misurando il sollevamento subito da una massa rocciosa rispetto all'altra.

Nella *Faglia di Sauris* entrambe le componenti sono incredibilmente elevate: oltre 2 chilometri di sollevamento e... ben 20 chilometri di raccorciamento! Venti chilometri di territorio che nel giro di qualche milioni di anni (eravamo nel Miocene) sono spariti, infilandosi sotto la superficie di faglia. Due terzi delle grandi faglie compressive che hanno affastellato e raccorciato il territorio friulano sono di questo tipo. Tra tutte, la *Faglia di Sauris* può essere considerata la più imponente.



Schema delle deformazioni dell'area centrale carnica con la posizione della Faglia Comeglians-Paluzza-Paularo (Com-Pa-Pa).

La Faglia Com-Pa-Pa: un ascensore per il Paleozoico Carnico!

Il filmato sull'adolescenza (SI DEFORMA) della Valle del Bût era iniziato inquadrando il Monte Amariana. Poi la scena, risalendo la vallata, si era trasferita ai Monti Arvenis e Dauda, all'altezza di Arta. Ora l'inquadratura si sposta ancora più a Nord, fermandosi all'altezza di Paluzza. Siamo alla ricerca dell'ultimo indizio capace di rendere più nitida la figura finale del gigantesco puzzle deformativo dell'alto Friuli.

Ci fermiamo a Paluzza perché è lì che il solco della vallata interseca ortogonalmente

un'altra importantissima faglia, la *Faglia Comeglians-Paluzza-Paularo*, nota confidenzialmente come *Faglia Com-Pa-Pa*. È stata chiamata così sulla base delle località che attraversa. Ancora una volta si tratta di una faglia compressiva ma, rispetto alla precedente *Faglia di Sauris*, è... dell'altro tipo. Del “tipo ripido” - potremmo definirlo - dato che la sua superficie è inclinata di circa 60° (e immerge verso Nord).

Se dovessi raccontarvela in estrema sintesi, potrei dirvi che la *Faglia Com-Pa-Pa* è “figlia” della *Faglia di Sauris* e che senza questa struttura ripida e molto estesa (la *Faglia Com-Pa-Pa* si sviluppa in pianta per 25 chilometri) non vedremmo il... Paleozoico Carnico. Quest'ultimo è formato da quelle antichissime rocce, molto fossilifere (vedi capitolo SI FORMA) e note ai geologi di tutto il mondo, che costituiscono la peculiarità e il vanto delle Alpi Carniche. Ma andiamo per ordine.

Perché... *figlia d'una faglia*? È presto detto. Vi ricordate la forma della *Faglia di Sauris*? È a gradoni: estesi tratti orizzontali e ripide rampe che in profondità li raccordano. Tutto accadde nel Miocene. Non sappiamo con esattezza quanti milioni di anni fa, ma si potrebbe azzardare dai 10 ai 5 milioni di anni fa. La compressione che generò entrambe le faglie fu la medesima, orientata Nord-Sud. Si trattò della più potente tra le spinte che si succedettero negli ultimi 50 milioni di anni nei territori alpini nord-orientali.

Nel *geofilm* che stiamo vedendo si scorgono due gigantesche mani virtuali che stanno comprimendo lentamente il Friuli: una dalla Austria, l'altra da Udine. Rappresentano la poderosa

spinta crostale diretta Nord-Sud. La *Faglia di Sauris* è stata uno dei loro più eclatanti effetti. Sullo schermo il territorio della Valle del Bût ora sta... aprendosi come un'anguria spaccata in direzione Nord-Sud. È un ottimo espediente che ci mostra in profondità l'andamento della *Faglia di Sauris* per poi cercare di capire come riuscirà, di lì a poco, a "partorire" la *Faglia Com-Pa-Pa*. Intanto le due mani geologiche continuano nella loro attività di compressione Nord-Sud, responsabile del forte raccorciamento del territorio.

Nel filmato adesso si vede l'enorme porzione di roccia che sta sopra alla *Faglia di Sauris* muoversi e piegarsi, mentre l'altrettanto enorme volume di roccia che le sta sotto scivola, inclinato in profondità, sotto alla faglia stessa. Poi, questo meccanismo sembra incepparsi.

Intanto le grandi mani proseguono nella loro azione di compressione, ma il movimento lungo il piano della *Faglia di Sauris* si blocca a causa



Per comprendere meglio, confrontare questa figura con quella di due pagine prima.

di resistenze meccaniche interne al volume di roccia. L'energia della spinta però continua ad accumularsi e, alla fine, dovrà in qualche modo riuscire a liberarsi. Lo farà lì dove esistono delle zone di maggiore debolezza all'interno dell'ammasso roccioso.

Tra le tante zone "deboli" questa volta ce n'è una che si dimostra particolarmente sensibile al movimento. È una delle rampe ad alta inclinazione della *Faglia di Sauris*.

Una rampa profonda che in superficie coincide proprio con la linea ideale che congiunge i futuri paesi di Comeglians, Paluzza e Paularo.

Con una successione di boati la rampa si riattiva, terremoto dopo terremoto. Questa volta però la sua superficie ripida (è il caso di dirlo)... supera se stessa! Il ripido piano di rottura e movimento comincia a propagarsi verso l'alto lacerando l'intera successione rocciosa soprastante. Lacerandola e... spostandola.

In questo tipo di faglia compressiva - dotata di un alto angolo di inclinazione - prevale la componente verticale dello spostamento, cioè il sollevamento. Si è formata una nuova faglia, la *Faglia Com-Pa-Pa*, nata dalla riattivazione di una rampa della *Faglia di Sauris*!

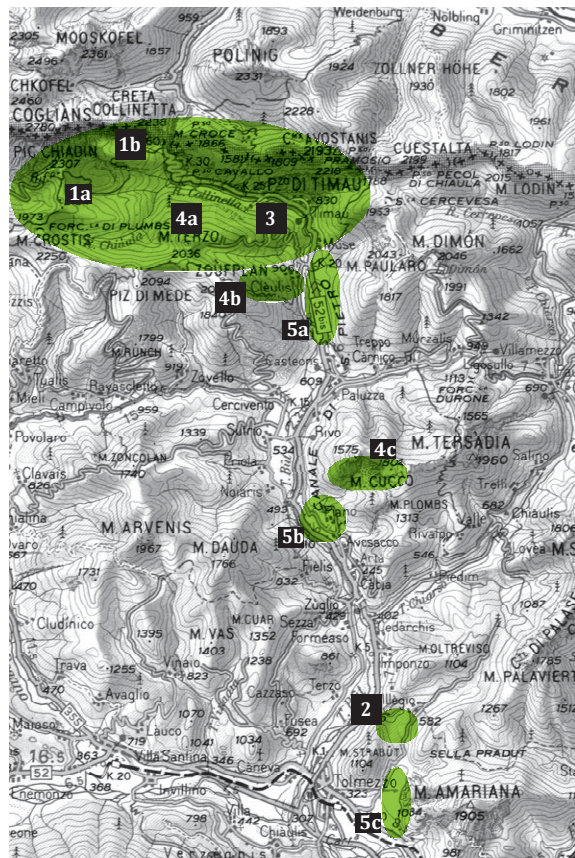
Le rocce sollevate, quelle a Nord della nuova faglia, sono salite - ripide e rapide - come una sorta di ascensore geologico. Lo spostamento verticale (rigetto di faglia) lungo il piano di movimento ha raggiunto il chilometro e mezzo! Fu così che le rocce paleozoiche molto profonde, nel corso di pochi milioni di anni furono letteralmente catapultate verso la superficie. Non salivano da sole, naturalmente. Sopra di loro c'erano le rocce mesozoiche che le ricoprivano.

Anch'esse furono innalzate solidalmente ma, essendo già più in alto, col tempo sono state smantellate ed erose da acque e ghiacci (SI MODELLA). La loro erosione ha finito per mettere allo scoperto le sottostanti rocce del Paleozoico Carnico.

Se in effetti vi muoveste lungo la Valle del Bût, da Sud verso Nord, attraversando l'estrema periferia settentrionale di Paluzza - con le borgate di Casteons e Naunina - da lì in poi vi ritrovereste circondati da rocce completamente nuove rispetto a quelle incontrate fino a quel punto. Sono le antichissime rocce del Paleozoico Carnico (vedi capitolo SI FORMA), spinte verso l'alto lungo la *Faglia Com-Pa-Pa*. Si potrebbe dunque concludere con un "No Com-Pa-Pa, no Paleozoico Carnico".

Si MODELLA

Valledel Bût: la *maturità*



La Valle del Bût con i settori descritti nel testo.

È l'inizio di una nuova fase per la Valle del Bût, quella del modellamento, coincidente con la sua *maturità*. A dire il vero, l'erosione del territorio inizia sempre a svilupparsi fin da quando le prime compressioni sollevano i volumi di rocce sopra il livello del mare e oltre l'orizzonte delle pianure.

Però gli effetti dei modellamenti che tutti abbiamo sotto gli occhi sono di solito quelli più recenti, generalmente confinati circa negli ultimi 2 milioni di anni: quell'intervallo di tempo noto come Quaternario.

Il terzo tempo, l'ultimo, del *geofilm* sull'evoluzione della Valle del Bût, riguarda proprio le vicissitudini geologiche vissute dalla vallata durante l'alternanza delle fasi glaciali e interglaciali quaternarie. Questa terza parte del *geofilm*, dedicata alla *maturità* del territorio, vedrà la macchina da presa muoversi lungo il solco vallivo mettendo in ordine cronologico, dai più antichi ai più recenti, i vari indizi lasciati dall'alternarsi del dominio dei ghiacciai e di quello dei fiumi e dei torrenti.

I principali indizi che via via saranno svelati ci permetteranno, ancora una volta, di con-

fermare quanto un territorio sia sempre dinamico, ossia in perenne evoluzione e cambiamento. Nel suo piccolo, la Valle del Bût ci sta mostrando che il Pianeta Terra è "vivo" anche nei suoi aspetti abiologici, quelli prettamente geologici.

Ghiacciai, poi fiumi e dopo ancora ghiacciai. Tanti intervalli glaciali alternati a brevi periodi interglaciali: questa è una glaciazione. La sua durata complessiva può essere compresa tra alcuni milioni di anni e alcune decine. Noi oggi - strano a dirlo - dovremmo trovarci all'interno di un breve periodo interglaciale ed essere in attesa di un prossimo, intenso raffreddamento climatico globale.

Probabilmente, senza il recente incremento della concentrazione di CO₂ nell'atmosfera e il conseguente incremento dell'effetto serra, mezzo mondo ora dovrebbe già difendersi dall'avanzata dei ghiacci e combattere contro modifiche climatiche ben più radicali di quelle che oggi gli esperti ci indicano per il futuro prossimo venturo.

Per il momento non ci è ancora dato di sapere se la "nostra" glaciazione (di tutto il genere umano) sia già terminata circa 10.000 anni fa, oppure se stiamo per scivolare da un ipotetico intervallo interglaciale verso una futura fase glaciale, con un drastico irrigidimento climatico.

Quello che comunque sappiamo è *quando* la cosiddetta *glaciazione quaternaria* è iniziata. Il fattaccio avvenne intorno a 2 milioni di anni fa, con il sensibile aumento delle calotte glaciali polari, la formazione della coltre glaciale alpina e il progressivo calo del livello degli oceani e dei mari.

Se volessimo risalire ancora più indietro nel tempo, alla ricerca di un'altra glaciazione precedente a quella quaternaria, dovremmo tornare a circa 300 milioni di anni fa. Anche in quel caso si trattò di un'alternanza di periodi dominati da temperature rigide (intervalli glaciali) e periodi più miti (intervalli interglaciali). Fu una glaciazione che interessò la porzione finale del Carbonifero e quella iniziale del Permiano.

A quei tempi il Friuli - buon per lui - era collocato proprio a cavallo dell'equatore e il lontano riflesso della glaciazione permo-carbonifera si concretizzò soprattutto nelle periodiche oscillazioni del livello marino: più alto durante gli interglaciali, più basso durante gli intervalli glaciali, dato che monopolizzano sotto forma solida parte delle precipitazioni (neve e ghiaccio).

Buio in sala. Il *geofilm* sta per riprendere con il suo terzo ed ultimo tempo: la *maturità* della Valle del Bût, il suo *SI MODELLA*. Si riparte dall'estremità più settentrionale della vallata, dove sono conservate le testimonianze più antiche. Esse sono in grado di farci tornare indietro nel tempo di molte centinaia di migliaia di anni.

Si risale ai tempi in cui quegli stessi territori montani, durante gli intervalli climatici più miti (interglaciali), erano percorsi solo da rari cacciatori paleolitici e, naturalmente, dalle loro prede.

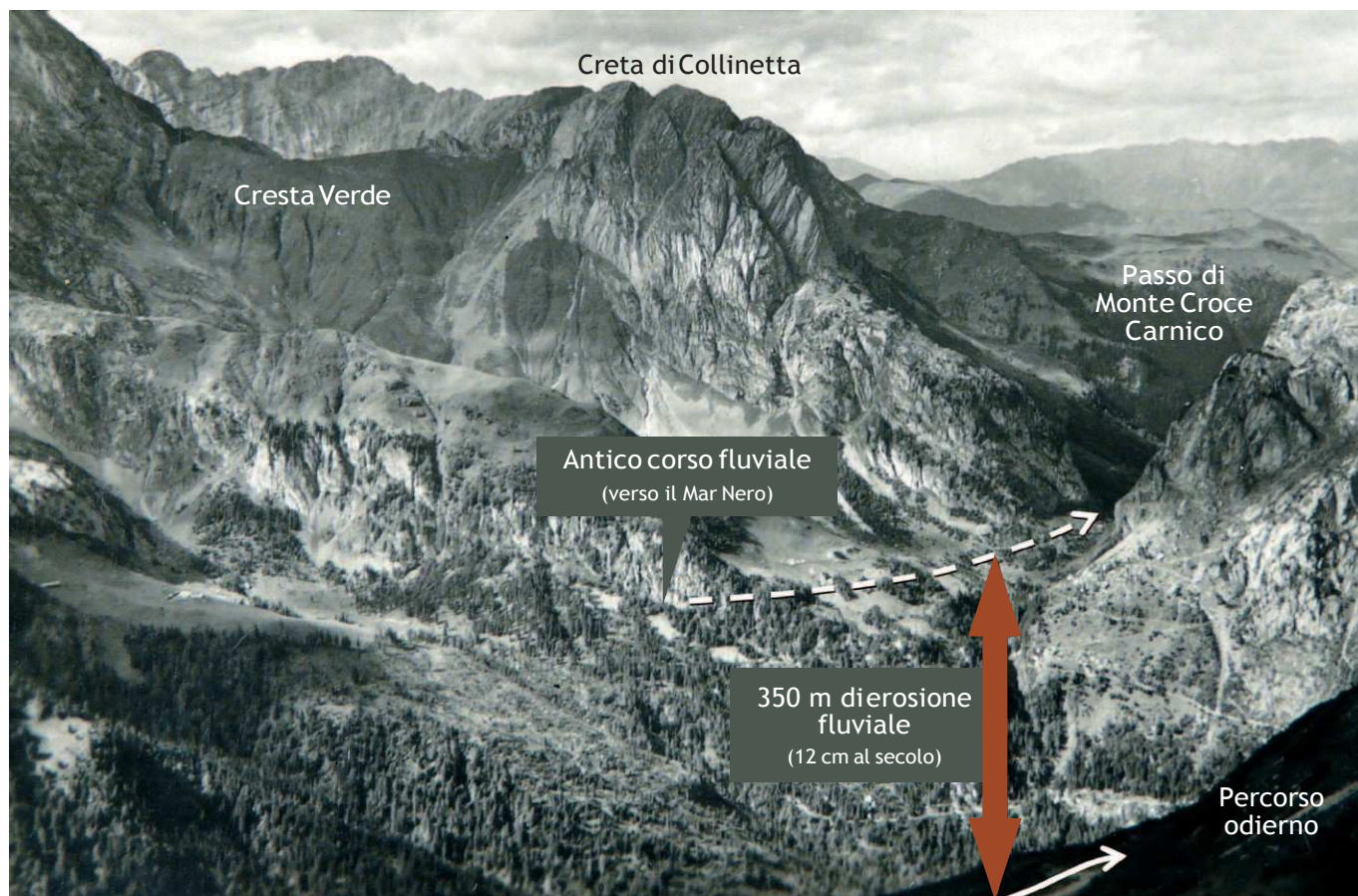
Corsi d'acqua che cambiano padrone (settori 1a, 1b)

300.000 anni fa

La scena si fa nitida, tridimensionale. Ci accorgiamo che si tratta dell'alta Valle del Bût perché riconosciamo il solco caratteristico che oggi fa da confine tra Italia e da Austria: il valico di Monte Croce Carnico, scavato nelle antiche rocce devoniane. *"Chi l'ha formato? I ghiacciai? O dobbiamo invece pensare a qualche altro agente modellatore?"*



Lo scorrimento delle acque superficiali nell'alta Valle del Bût come si presenta oggi e com'era circa 300 mila anni fa.



Attenzione! Il percorso fluviale di oggi è "più basso" di 350 m rispetto a quello di 300.000 anni fa. La ragione di tale differenza è mostrata nelle successive ricostruzioni in 3D.



L'alta Valle del Bût quando la presenza di un diaframma roccioso poco a Sud di Timau faceva sì che il Rio Chiaula si dirigesse verso l'odierna Austria, attraversando il Passo di Monte Croce Carnico, portando le proprie acque... verso il Mar Nero.

Circa 300.000 anni fa, alla periferia Sud di Timau, correva uno spartiacque roccioso. I torrenti che scendevano da Pramsois e dal Monte Crostis attraversavano il Passo di Monte Croce scendendo verso l'odierna Austria.



Successivamente il diaframma frana e perde lentamente il suo ruolo di spartiacque. Un'antica fase glaciale eliminerà l'immensa frana. La nicchia di frana si allarga e, allo scioglimento dei ghiacci, comincerà a richiamare le acque dei settori vicini (prima cattura fluviale).

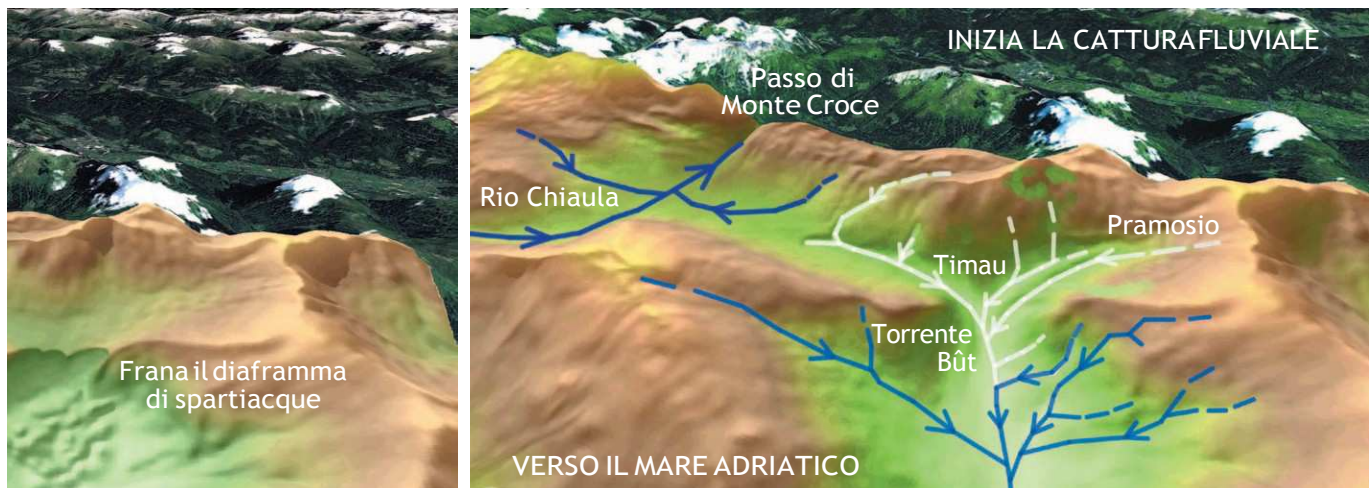
Intanto la ripresa si allarga e il panorama si estende a comprendere anche i monti e le valli circostanti. La scena che stiamo osservando ora sul maxischermo è quella che si presentava agli occhi di un cacciatore paleolitico di oltre 300.000 anni fa.

Ecco la novità: attraverso il solco del valico passava... un vero e proprio fiume! Le sue acque scendevano da Sud (dal Monte Crostis) verso Nord e, una volta superato il Passo, proseguivano verso il Fiume Gail del tempo. Da lì, dopo un percorso lungo 2.000 chilometri, finivano la propria corsa nel Mar Nero. "Cosa significa quanto abbiamo appena visto?" Due cose ben precise. La prima è che fino a qualche centinaia di migliaia di anni fa (un attimo in geologia) le acque superficiali dell'alta Valle del Bût, da Timau compresa, non scendevano verso il Mare Adriatico ma erano ancora convogliate verso il Mar Nero.

La seconda considerazione deriva semplicemente da un confronto. Dal paragone tra la situazione passata, quella osservata dal cacciatore paleolitico, e quella presente. Chi oggi attraversa quei luoghi vede il solco in roccia del Passo di Monte Croce Carnico "sospeso" a strapiombo sul versante italiano.

Inoltre, il tratto che prosegue da lì verso l'Austria è privo di acque. Questi indizi, assieme a numerose altre evidenze, suggeriscono al geologo che nell'alta Valle del Bût, alcune centinaia di migliaia di anni fa, si è verificato un processo chiamato *cattura fluviale*. Si tratta di un corso d'acqua che, spostando all'indietro le sue zone di sorgente, fa proprie le acque di altri fiumi o torrenti, costringendoli a mutare percorso. Per questo da tempo è stato coniato l'appropriato termine di *cattura fluviale*.

Simili processi sono sempre preceduti, accompagnati e seguiti da profonde incisioni erosive. Ecco perché, oggi, lo stretto solco in roccia del Passo di Monte Croce Carnico appare quasi "sospeso" nel vuoto se guardato dal versante italiano. Il lato sul quale si è sviluppata la cattura fluviale.

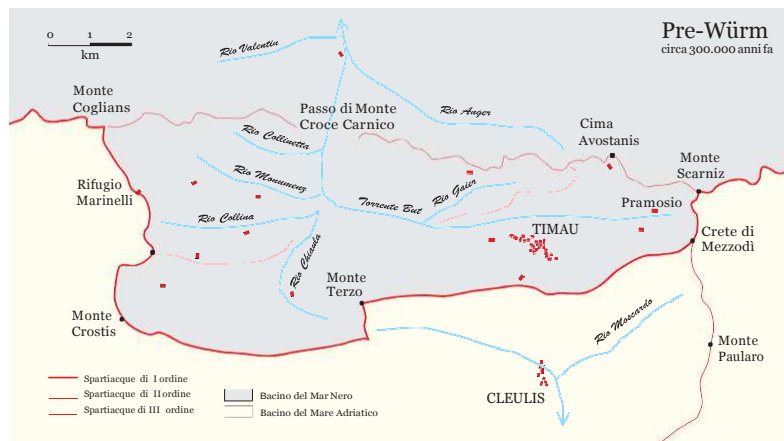


Il varco si è ampliato e le stesse acque scavano una profonda forra nelle rocce appena a Sud di Timau. Intanto l'erosione fluviale va all'indietro (*erosione regressiva*). Finirà per intercettare anche le acque del Rio Chiaula (seconda *cattura fluviale*). Tra non molto il Torrente Bût catturerà anche il Rio Chiaula.

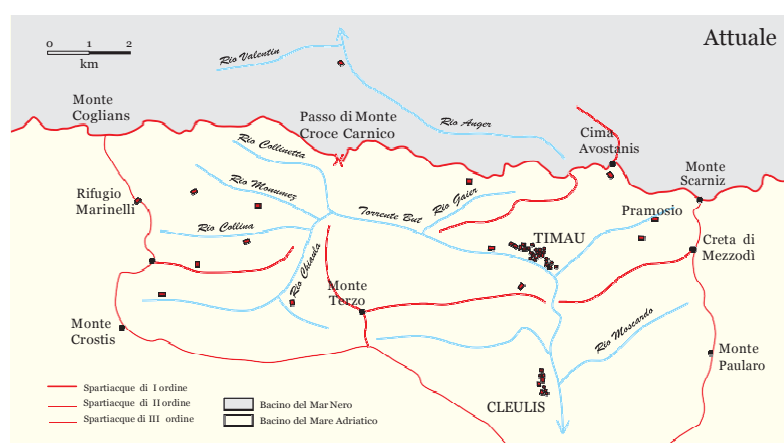
La considerazione che ne possiamo trarre è che anche le forme delle montagne, la posizione, la struttura e la profondità delle valli, il verso di scorrimento delle acque... col passare del tempo possono cambiare, anche in maniera drastica. Come oggi ci dimostra l'alta Valle del Bût.



Le catture fluviali che, in rapida successione, hanno permesso al Torrente Bût di ampliare il suo bacino.



I due disegni descrivono i cambiamenti dei drenaggi fluviali dell'alta Valle del Bût. Durante gli antichi intervalli interglaciali il Passo di Monte Croce Carnico non esisteva ancora come tale. A quei tempi esso era ancora un tratto di fondovalle del Rio Chiaula che, con pendenze modeste e regolari, correva a quote molto più alte delle attuali. Da allora, fino al presente, i corsi d'acqua del settore hanno continuato ad approfondirsi isolando il Passo di Monte Croce Carnico. Le variazioni di drenaggio sono state causate dal crollo del diaframma di spartiacque presente, a quei tempi, tra Timau e Cleulis.



Un muro di ghiaccio e un improvviso lago (settore 2)

18.000 anni fa

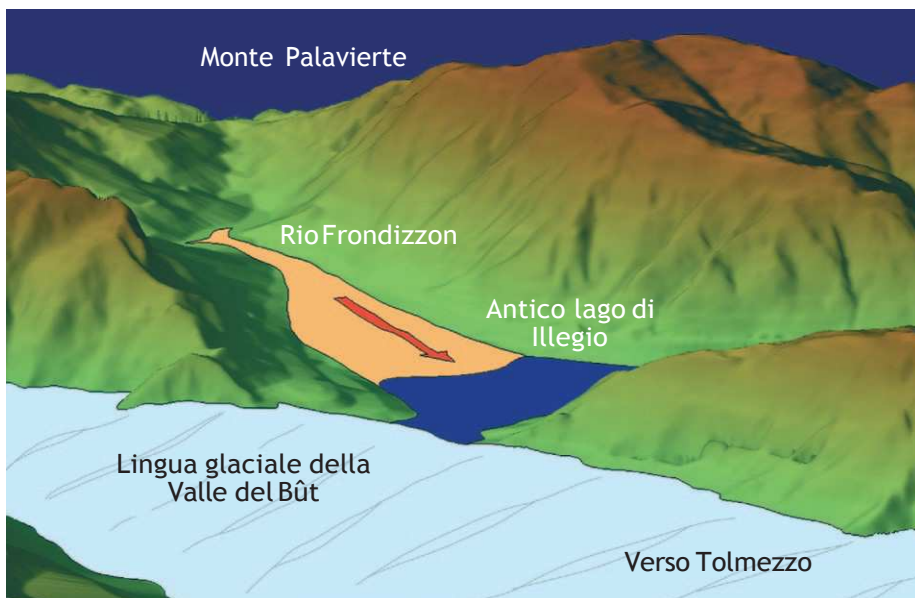
Sullo schermo il tempo fluisce rapidamente. Altrettanto rapidamente i territori montani - e la Valle del Bût con essi - si rivestono di spessi ghiacciai. I ghiacci poi, puntualmente si sciolgono, lasciando spazio alle acque dei torrenti e dei fiumi. Negli ultimi 2 milioni di anni questo "copri e toglì" si è verificato più volte. Sicuramente quattro, forse sei in tutto. E ogni volta il territorio ha modificato il proprio aspetto. Così come fa un viso che, lentamente ma progressivamente, da adolescente acquisisce i caratteri di adulto.

La geologia e un po' l'archeologia della Terra. Entrambe - geologia e archeologia - sono scienze che utilizzano il territorio come archivio di dati. Ma, a differenza dell'archeologia, la geologia studia gli indizi conservati nel territorio per comprendere l'evoluzione... del territorio stesso!

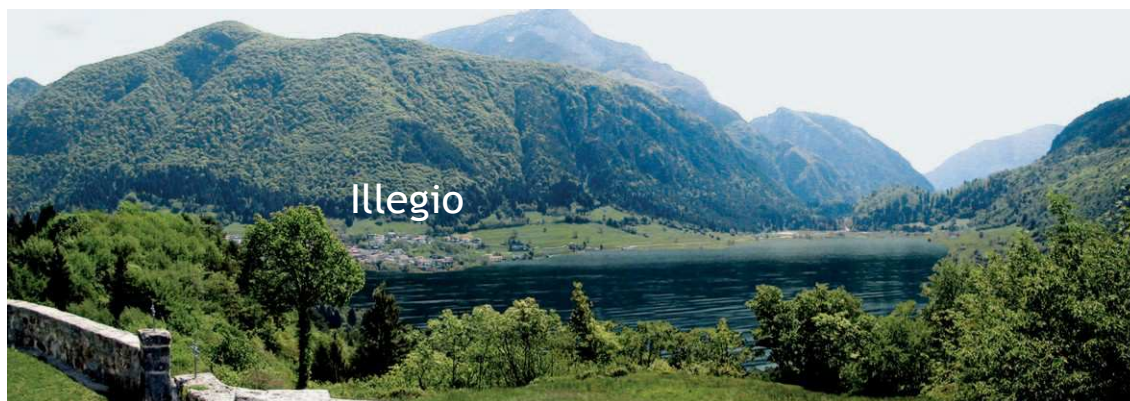
L'indizio successivo questa volta lo troviamo ad Illegio, presso Tolmezzo. La scena inquadra la parte inferiore della Valle del Bût. Il momento geologico è particolare e ha una collocazione temporale ben precisa: 18.000 anni fa. Coincide con la generale deglaciazione würmiana alpina.

In parole più semplici, dalle nostre poltroncine collocate di fronte al maxischermo stiamo assistendo al rapido ritiro (durato alcuni secoli appena) delle lingue glaciali würmiane e al dissolvimento della relativa coltre glaciale. Il termine Würm - ormai in disuso tra gli esperti di glacialismo quaternario, ma che resta sempre efficace per i "non addetti ai lavori" - indica l'ultima (per ora) delle quattro o sei fasi glaciali che hanno interessato le Alpi.

Una lingua glaciale che occupa il fondo di una vallata e che ritira la propria fronte, anno dopo anno, senza soste intermedie, non dovrebbe lasciare degli indizi particolari. Al massimo, ragionandoci sopra, potrebbe abbandonare un sottile e continuo deposito morenico, vario e caotico, come rivestimento del fondovalle. Continuando a ragionare però, ci accorgeremmo che il sottile e continuo deposito morenico di fondovalle avrebbe una vita brevissima, non potendo resistere alla furia delle acque torrentizie che di lì a poco sarebbero diventate padrone assolute di quel fondovalle ormai deglaciato.



L'origine della piana di Illegio è legata ad uno sbarramento glaciale.



Questo sarebbe l'aspetto dell'area di Illegio se il laghetto glaciale fosse ancora presente.

"Ma allora - ce lo chiediamo - *che tipo di indizio, capace di resistere all'affronto del tempo, può essere stato lasciato sul territorio da una lingua glaciale in progressivo ritiro?*" Illegio ce lo documenta con il suo incredibile... *kame*! Questo è un termine strano (e straniero), ma molto in uso tra i geologi che studiano l'evoluzione quaternaria dei territori. *Kame* tradotto in italiano significa "deposito di sbarramento glaciale".

Qualcuno, tra chi mi sta leggendo, forse ha già cominciato a capire ciò che è accaduto, ma è meglio procedere con ordine. Prima di tutto è necessario sapere cos'altro accade al concludersi di un intervallo glaciale. Occorre ricostruire una catena di cause ed effetti, eccola.

La temperatura media sale progressivamente; le estati si fanno meno rigide; il manto nevoso è meno abbondante e soprattutto tende a sciogliersi con maggiore facilità; le lingue glaciali arretrano le proprie fronti. Quando continua a salire la temperatura media c'è un'altra conseguenza diretta: il progressivo innalzamento del *limite delle nevi perenni (Inp)*, ossia - semplificando - la quota sopra la quale la neve caduta non riesce a sciogliersi durante tutto l'anno.

Attualmente, per il settore alpino carnico l'*Inp* è attestato sui 3000 metri s.l.m., mentre durante l'ultimo acme würmiano - circa 22.000 anni fa - era intorno a 1300 metri. Ecco il dato che cercavamo. Proviamo ad applicarlo alla Valle del Bût per comprendere il *kame* di Illegio.

Torniamo al maxischermo e a quanto accadeva 18.000 anni fa. Si alzavano le temperature medie e in parallelo si innalzava anche il *limite delle nevi perenni (Inp)*. Le cime intorno a Illegio (Monte Palavierte, 1785 m) si deglaciavano prima dei rilievi, molto più elevati, dell'alta Valle del Bût. Se sui "rilievi bassi" - quelli intorno a Illegio - pioveva, sui "rilievi alti" nevicava e basta. La neve, trasformata in ghiaccio a causa del suo continuo accumulo e peso, alimentava la lingua glaciale che dal massiccio Cogliàns-Chianevate (2780-2769 m) riusciva ancora a raggiungere Tolmezzo.

Sullo schermo di fronte a noi ora è inquadrata la parte inferiore della Valle del Bût. All'altezza della futura Illegio sta accadendo qualcosa. Dal Monte Palavierte, già deglaciato, sta scendendo (come oggi) un torrente impetuoso, il Rio Frondizzon. Attualmente il suo carico di acque detriti rocciosi si riversa nel Torrente Bût, lungo il fondovalle principale, ma 18.000 anni fa le cose andarono diversamente.

Il Rio Frondizzon trovò uno sbarramento alla sua vorticosa furia fluviale. Giunto in prossimità della confluenza, un muro di ghiaccio alto quasi 200 metri gli bloccava la strada sbarrandone i deflussi. Era la parete laterale della poderosa lingua glaciale della Valle del Bût che, seppure in progressivo ritiro e ridimensionamento, voleva dimostrare di valere ancora qualcosa.

Contro la diga di ghiaccio si formò un lago e l'invaso rapidamente si riempì di fanghi, di sabbie e di ghiaie portati dal Rio Frondizzon. Infine, quando il lago fu colmo, si trasformò in una pianura in miniatura, incastonata tra ripidi versanti montuosi e... un muro di ghiaccio. Alla fine - noi lo sappiamo - fu il Rio Frondizzon a vincere la partita. Fu lo stesso rio a rendersene conto quando si accorse che il ghiaccio stava calando di spessore.

Tra breve la sua fronte glaciale sarebbe arretrata ancora, spostandosi verso Arta. Fu il segnale tanto atteso. Le acque del Rio Frondizzon poterono ricongiungersi a quelle del Torrente Bût che nel frattempo avevano sostituito degnamente la lingua glaciale nel fondovalle.

L'ultima immagine di questo sito che il maxischermo ci riserva è quella di un cervo, poderoso e immenso, che guarda le acque del Bût presso la confluenza dei due corsi d'acqua. Intanto in lontananza, la figura di un cacciatore vestito di pelli ci racconta di un territorio che, con la deglaciazione sta richiamando a sé i nuovi colonizzatori. Vecchie presenze che i ghiacci avevano spinto verso la pianura.

Un *tapis-roulant* di ghiaccio colmo di detriti rocciosi (settore 3) 15.000 anni fa

L'ultimo fotogramma aveva inquadrato un cacciatore vestito di pelli, in azione lungo il margine di una zona ormai priva di ghiacci. Lui e le sue generazioni future si apprestavano a riappropriarsi, seppure con sparute e rade presenze, di quei territori che glacialismo per millenni aveva loro sottratto. In speciale modo i fondivalle, ricchi di nuove acque, potenziale richiamo di ungulati, classificabili come ottimo pasto e rifornito guardaroba. Per non parlare dei pesci che in grande quantità avrebbero ripopolato le acque di fiumi, torrenti e rii sostituitisi ai ghiacci.

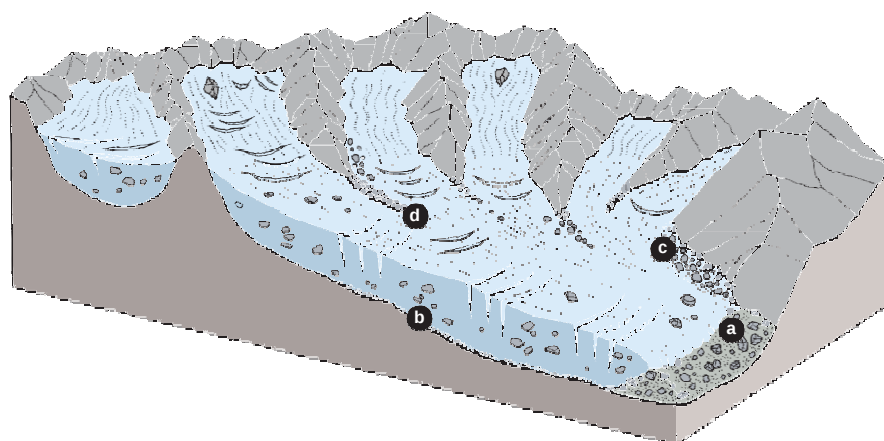
In meno di un migliaio di anni, grazie all'aumento delle temperature, l'intera Valle del Bût si era liberata completamente dei ghiacci. Fu lo stesso per tutte le Alpi nord-orientali le cui cime sono, notoriamente, le più basse di tutto l'arco alpino. Il miglioramento climatico proseguì per un altro migliaio di anni almeno.

I cacciatori della fine del Paleolitico con tutta certezza risalirono la valle costeggiando il Torrente Bût, superando le zone su cui oggi sorgono Arta, Sutrio, Cercivento, Paluzza e, oltre Timau, si addentrarono in località Laghetti, ancora molto diversa dall'aspetto che ha oggi.

Da quest'istante - siamo intorno ai 16.000 anni fa - il filmato riprende ad accelerare. Il panorama si allarga a comprendere tutta l'alta Valle del Bût. I cacciatori diventano dei punti sempre più rapidi, sempre più veloci. Poi di nuovo è solo il territorio che torna ad essere protagonista unico e indiscusso della nostra storia. E qui accade qualcosa di apparentemente imprevedibile.

Sicuramente colse di sorpresa anche le successive generazioni di quei cacciatori che, dopo esser diventati dei puntini, erano infine spariti alla nostra vista. Il glacialismo würmiano aveva tenuto in serbo il suo colpo di scena ad effetto.

Rapidamente, nel volgere di un secolo o poco più, le temperature medie caddero in picchiata. Il limite delle nevi perenni (*lnp*), che circa 17.000 anni fa aveva raggiunto e forse superato il valore odierno, tornò ad abbassarsi. Si trattò del cosiddetto "colpo di coda" del glacialismo würmiano. Come tutti i colpi di coda anche questo fu l'ultima dimostrazione di forza prima della definitiva conclusione di un ciclo. Questa caratteristica fase è oggi identificata con un termine significativo: tardiglaciale (o tardo glaciale) würmiano.



Varietà di morene che vengono a prodursi ed accumularsi in un contesto glaciale di tipo alpino. a) morena frontale; b) morena di fondo; c) morena laterale; d) morena di confluenza. Alla base del ghiacciaio le rocce sulle quali esso scorre possono presentarsi levigate ed arrotondate dall'esarazione glaciale (rocce montonate) e con i caratteristici solchi (strie glaciali) paralleli alla direzione di scorrimento.

L'*Inp* si abbassò, ma senza scendere sotto i 1.750 metri s.l.m. Solo le cime più alte, quelle sopra i 2.000 metri, riuscirono proporsi come nuovi serbatoi di produzione di ghiaccio. Più le vette rocciose superavano queste quote e più grande e lunga sarebbe stata la corrispondente lingua glaciale. Tra tutte le vallate delle Alpi Carniche, quella del Torrente Bût ospitò la lingua tardoglaciale più estesa e consistente.

Non a caso il suo serbatoio di ghiaccio corrispondeva a quel massiccio Cogliàns-Chianevate il cui rilievi sono i più alti dell'intera catena. Questa, tra le tante lingue tardoglaciali delle Alpi Carniche, fu quella che riuscì a spingere la propria fronte verso le quote più basse: 850 metri. Riuscì a "scendere così in basso" grazie alle quote elevate alle quali si formava l'accumulo nivale e al suo corrispondente grande volume di ghiaccio. Naturalmente, come ogni lingua glaciale che si rispetti anche questa occupava la fascia del fondovalle. Brutta cosa per i cacciatori del Paleolitico superiore. Quando però si resero conto che in fondo anche le loro prede potenziali si spostavano verso le quote prive di ghiaccio si sentirono più sollevati.



Presso Timau sono ancora visibili le tracce della morena che, originariamente collegava i due versanti della vallata, sbarrandola.



Ciò che resta della morena frontale di Timau, scaricata circa 15.000 anni fa dal ghiacciaio tilaventino, durante il "colpo di coda" dell'ultimo intervallo glaciale. Anche le acque del Fontanon di Timau scorrono sopra i resti della grande morena frontale di Timau.



Qualcuno tra voi intanto si sarà domandato: "Lungo il fondovalle del Torrente Bût, a quale zona corrisponde la quota 850 metri s.l.m.?" E inoltre: "Come siamo così certi che la lingua glaciale del colpo di coda del glacialismo würmiano si attestò (per molti secoli) proprio in quella esatta posizione?" Ogni lingua glaciale (o tardoglaciale) che staziona in una certa posizione, fermando la propria fronte da pochi secoli a qualche millennio, accumulerà i detriti che trasporta in sé e sopra di sé abbandonandoli lungo il proprio perimetro frontale sotto forma di *arco morenico*.

La forma e lo spessore di tali accumuli frontali arcuati tramandano nel tempo le caratteristiche di quanto oggi... non esiste più: la lingua del ghiacciaio che in quella precisa zona aveva sostato con la propria fronte. Naturalmente, occorre che le successive acque torrentizie, sostituitesi ai ghiacci, abbiano risparmiato, almeno in parte, il deposito morenico.

Così come è avvenuto per la morena tardoglaciale che potete toccare con mano alla periferia occidentale di Timau, solo in parte cancellata dalle piene del Torrente Bût.

Paleofrane e paleolaghi (settori 4a, 4b, 4c)

10.000 anni fa - tempi storici

Nella risalita verso il tempo presente, il filmato sulla *maturità* della Valle del Bût ci ha ormai condotto a poco più di 10.000 anni fa. Un momento geologico importante a scala globale dato che coincide con un rapido quanto significativo aumento delle temperature medie. In effetti, anche le Alpi Carniche in generale e la Valle del Bût in particolare, confermano questa tendenza mostrandosi pressoché libere ormai da ghiacciai, grandi e piccoli. Fanno eccezione il piccolo Eiskar (versante austriaco, dietro la Creta di Collina) e quelli esterni alla nostra vallata: i due piccoli ghiacciai del Montasio e del Monte Canin. Il primo è già scomparso da alcuni secoli, il secondo potremmo ormai purtroppo definirlo "lungo il viale del tramonto".

Sul maxischermo l'immagine della Valle del Bût, senza ghiacci e ghiacciai, potrebbe sembrare identica a quella odierna. Potrebbe... In effetti sono ancora molti i cambiamenti che il territorio ci sta riservando. La colonna sonora, utilizzata come sottofondo alle immagini che scorrono accerchiate sullo schermo, all'improvviso è sovrastata da una successione di rombi cupi e inquietanti. Sarebbe difficile intuirne l'origine e la provenienza se il filmato non zoomasse ingrandendo di volta in volta delle aree particolari. La più settentrionale si trova a monte di Timau, in località Laghetti. La ragione del primo cupo boato ci diventa subito chiara. Sono le rocce di età carbonifera

(Formazioni del Hochwipfel e del Dimon), fratturate e scompaginate da due orogenesi - quella *ercinica* e quella *alpina* - che ora in diretta, intorno ai 10.000 anni fa, stanno franando verso il fondovalle dei Laghetti. Questo è il primo di una serie di grandi movimenti che interesserà quello stesso corpo di frana nei successivi millenni, fino ai giorni nostri.

Ogni movimento dell'ammasso di detriti verso il basso avrà una logica conseguenza nel fondovalle: bloccherà i deflussi del Torrente Bût formando un lago lungo e stretto. Un lago destinato, ogni volta, nel giro di pochi secoli, a riempirsi di ghiaie e sabbie portate dalle stesse acque.

Come ci mostra più avanti il filmato, sarà un lago destinato a riformarsi più volte, ad ogni nuovo assestamento del corpo di frana. Oggi la frana è stata sistemata grazie alle ciclopiche opere di contenimento costruite nel fondovalle durante gli anni '80 e visibili dalla Strada Statale 52bis.



Posizione della Frana dei Laghetti.



Ricostruzione dell'area dei Laghetti di Timau durante una delle fasi di massima espansione, probabilmente 10.000 anni fa.

Attualmente, a monte della grande frana, ancora perfettamente identificabile, non troviamo un lago ma... il suo ultimo riempimento: una fascia pianeggiante lunga e stretta, fatta di ghiaie e subordinate sabbie depositate negli ultimi secoli dal Torrente Bût. Eppure, scoprire che questa zona da tempo immemorabile è denominata Laghetti, significa che in quel settore di fondovalle in tempi storici ancora si formava e riformava un lago. I geologi, a posteriori, riescono con certezza a precisarne l'estensione: 2,5 chilometri di lunghezza e 200 metri massimi di larghezza. Noi intanto, dalle nostre comode poltroncine poste di fronte al maxischermo, riusciamo a

scorgerlo in tutta la sua bellezza con gli occhi degli antichi cacciatori ormai diventati neolitici. Ora la scena si sposta verso valle di alcuni chilometri. Supera la Stretta di Timau, lì dove fino a 300.000 anni fa esisteva una cresta montuosa che divideva le acque dirette al Mar Nero da quelle drenate verso l'Adriatico, per fermarsi poi appena a valle della futura Cleulis. Proprio da questa zona proviene un secondo prolungato rombo. Una fitta nuvola di polvere di roccia frantumata durante il crollo, accompagna la messa in posto di una seconda grande frana. Si è staccata dal versante del Monte Terzo e ora si sta muovendo verso il fondovalle.

Quest'ultimo sarà raggiunto nel volgere di pochi minuti. A differenza della precedente frana questo movimento ha un piano di scivolamento più superficiale e, cosa molto importante, non darà più segni di instabilità dopo il suo assestamento iniziale.

Per fortuna, dato che questa volta la stabilità dell'ammasso franato è davvero importante. Non solo per la futura tutela del fondovalle ma, soprattutto, perché alcuni millenni dopo il paese di Cleulis è stato costruito proprio sull'ammasso di frana! Anche in questa grande frana preistorica le rocce coinvolte furono le stesse presenti alla frana dei Laghetti.

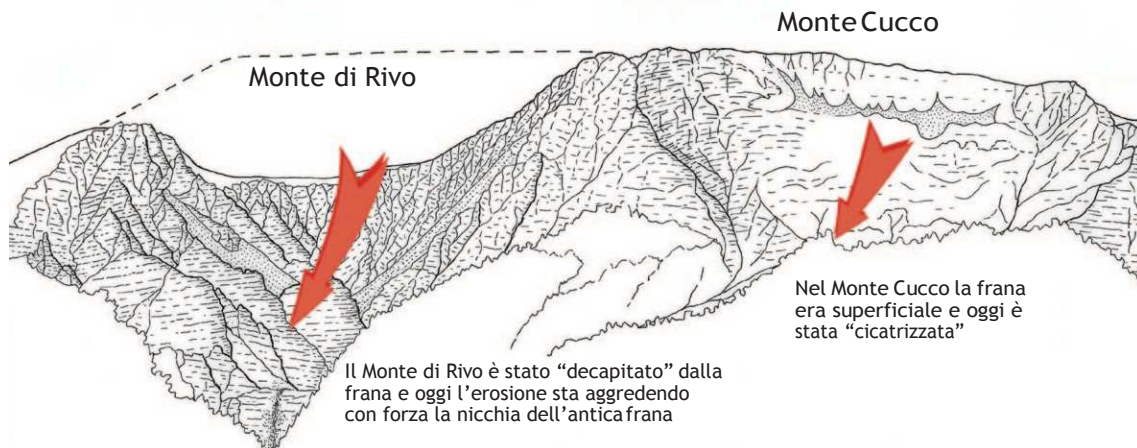
Ci si potrebbe chiedere se esiste un'unica causa che sia stata in grado di scatenare entrambi gli eventi franosi (e non sono i soli con queste caratteristiche). Ebbene sì, tutti i geologi concordano nel proporre una ragione comune. Si è trattato dell'"effetto materasso". Quando la mattina vi alzate dal letto, il vostro materasso privato rapidamente del carico... si solleva.



L'abitato di Cleulis sorge sull'antico accumulo di frana.

Ecco, le masse rocciose, una volta che si sono liberate dei ghiacci che per millenni le hanno "opresse", come logica reazione si sollevano, assecondando precise leggi fisiche. Essendo rocce *superfratturatissime* diventava impossibile non vederle franare, specialmente in corrispondenza dei versanti montuosi più ripidi.

Questa volta non è solo il rombo di frana a farci sobbalzare. È qualcosa di molto più intenso e coinvolgente. È iniziato con un boato cupo e profondo e, solo dopo qualche secondo, al boato si è sovrapposto il tipico rombo che accompagna le frane. Non sembra trattarsi di una frana



Il gruppo del Monte di Rivo e Monte Cucco con le grandi nicchie di frana originatesi alla fine del glaciale wurmiano.

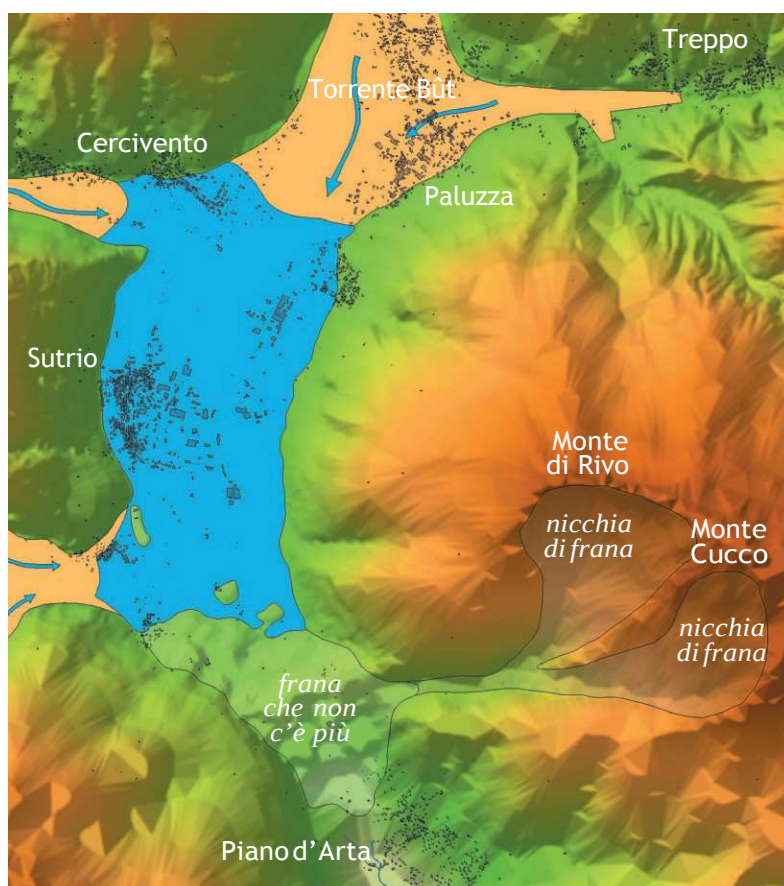
qualsiasi. Il rombo sta aumentando d'intensità. La ripresa ora si sposta verso Sud, alla ricerca dell'origine di quel suono particolare. Oltrepassa Paluzza e si ferma, come già aveva fatto milioni di anni prima, in corrispondenza di Arta.

Lì la macchina da presa si blocca e, da media altezza, inquadra i Monti di Rivo e Cucco. Sono loro che stanno franando! Quando la polvere densa causata dal crollo si andrà diradando, apparirà una scena apocalittica. Una profonda cicatrice segnerà per sempre il Monte Cucco, come se in un istante un enorme cucchiaino vi avesse tolto una parte del versante.

Cosa ancora più incredibile, il Monte di Rivo ha cambiato la propria forma! Gli manca tutta la parte superiore, franata in un'unica soluzione assieme alle rocce del Monte Cucco che gli sta di fianco. Complessivamente sono crollati verso il fondovalle 50 milioni di metri cubi di materiale, tutte rocce di età triassica inferiore e media (vedi capitolo SI FORMA).

In geologia (ma non solo) ad ogni causa corrisponde un effetto. L'effetto di un accumulo di frana che si riversa in un fondovalle percorso da un fiume non può essere che uno sbarramento. Puntualmente, anche in questo caso, lì dove corre un fiume poi si è creato un lago. Nel nostro caso si trattò di una *superfrana* e quello che si generò fu un *superlago*: il paleolago di Sutrio e Paluzza, ampio ben 6 km² e profondo 100 metri!

Una domanda sorge spontanea: *“Come i geologi ne hanno ricostruito le dimensioni, dato che oggi il lago... non c'è più?”* È presto detto. In base alla distribuzione e spessore dei depositi che l'hanno a suo tempo riempito e che ancora sono presenti in molte zone del fondovalle, seppure in buona parte ormai erosi e asportati dalle recenti erosioni fluviali.



Ricostruzione del paleolago di Sutrio e Paluzza durante la sua massima espansione, circa 5.000 anni fa.

La frana è stata erosa dal Torrente Bût dopo che il lago si è riempito di fanghi, sabbie e ghiaie.

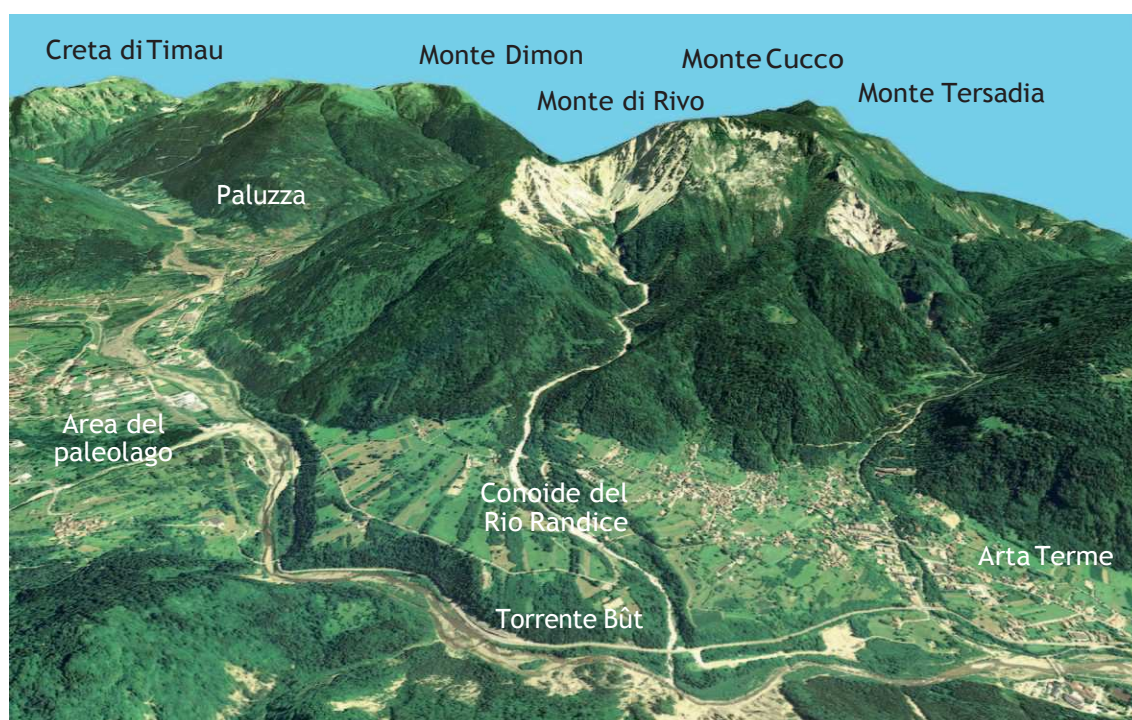
C'è un'informazione in più che questi depositi hanno trasmesso. Anzi due, entrambe molto importanti: l'età d'innescò della superfrana (che coincide, quindi, con l'età di formazione del lago) e la durata dell'esistenza del lago stesso, che si concluse con il suo riempimento da parte di fanghi, sabbie e ghiaie finali, cui fece seguito l'immane erosione fluviale. Il lago si generò circa 10.000 anni fa e visse per ben 5.000 anni. Ce lo raccontano le analisi radiometriche effettuate sui resti vegetali - tronchi e rami - depositati a vari livelli assieme ai fanghi lacustri.

Manca solo un ultimo dato, quello che nella ricostruzione del filmato che stiamo vedendo è stato capace di produrre il boato iniziale. Quel boato che precedette di qualche secondo il rombo di frana. Era stato generato da un violento terremoto. È sempre il geologo a raccontarlo, sulla base dei dati ancora oggi presenti nelle rocce nei sedimenti del territorio. Ancora una volta, investigando un settore come fosse la scena di un crimine, la geologia ci dimostra che è possibile ricostruire il *chi, dove, come, quando e perché* degli eventi che hanno caratterizzato l'evoluzione di un territorio.

Questo è stato uno dei non frequenti casi in cui, oltre all'effetto e alla causa, è stato possibile ipotizzare - con discreta certezza - anche il movente. L'effetto: il paleolago di Sutrio e Paluzza, con i suoi depositi di riempimento. La causa: la superfrana dei Monti di Rivo e Cucco. Il movente: un terremoto di *magnitudo* elevata che ha riattivato una faglia che interseca i Monti di Rivo e Cucco proprio a metà delle nicchie prodotte dal gigantesco franamento e che ancor oggi si può osservare e... toccare con mano!



L'estensione del conoide del Rio Moscardo, fra Paluzza e Timau.



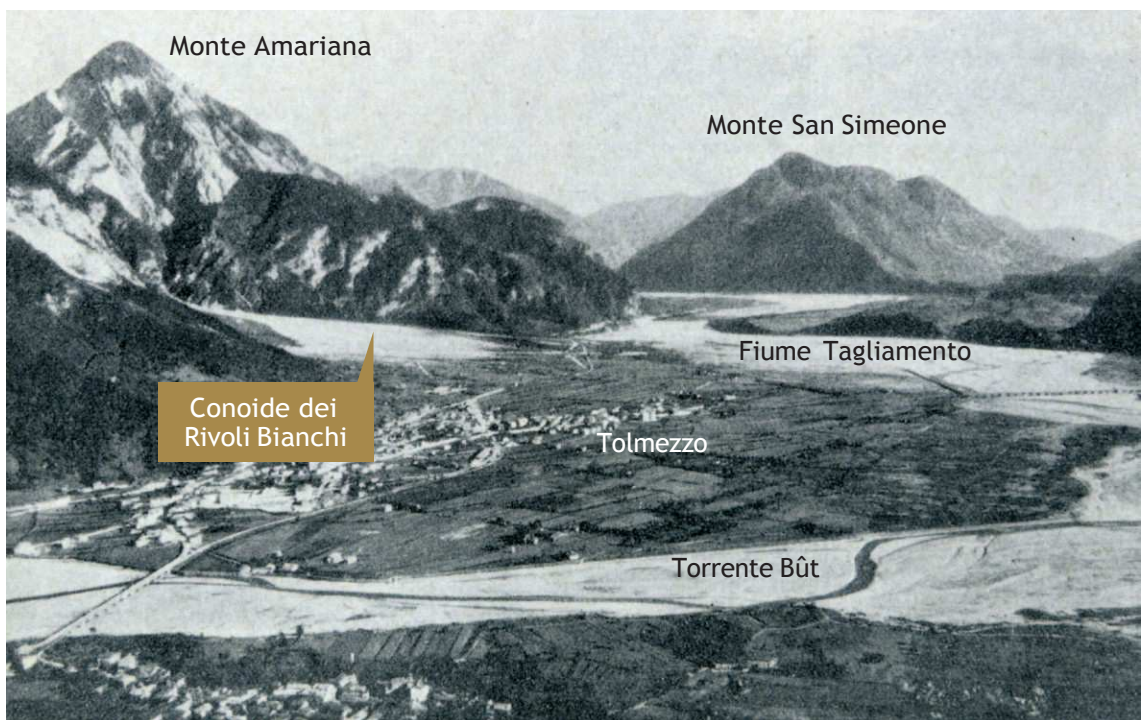
L'erosione della nicchia di frana del Monte di Rivo ha dato origine al Conoide del Rio Randice: un ventaglio di detriti che ha cominciato a formarsi circa 5.000 anni fa, dopo lo svuotamento del *superlago*.

Giganteschi ventagli fatti di detriti rocciosi (settori 5a, 5b, 5c) *18.000 anni fa - tempi storici*

Il filmato sull'evoluzione geologica della Valle del Bût si avvia alla conclusione. Sta per finire anche l'ultimo dei tre tempi in cui è suddiviso: quello legato alla *maturità* del territorio, al suo SI MODELLO. Il solco vallivo e i rilievi che ne confinano lo sviluppo hanno assunto un assetto e una forma ormai simile a quelli attuali.



Il conoide del Rio Randice, prodotto dall'accumulo dei frammenti rocciosi erosi, trasportati e poi abbandonati dal rio alla confluenza nel suo collettore, il Torrente Bût.



Il Conoide dei Rivoli Bianchi di Tolmezzo, esteso ventaglio detritico ai piedi del Monte Amariana, come si presentava all'inizio del secolo scorso.

Le modifiche che ancora mancano sono ormai secondarie. Piccole erosioni dei versanti, approfondimenti dei solchi erosivi già esistenti: quelli prodotti dai rii e dai torrenti che dalla deglaciazione in poi sono diventati gli indiscussi protagonisti del territorio.

La macchina da presa, al termine del lungo filmato, ha scelto di soffermarsi su tre oggetti molto significativi. Tutti sono dei ventagli di detriti torrentizi, denominati - in gergo geologico - *conoidi di deiezione*. Si tratta rispettivamente del Conoide del Rio Moscardo, di fronte a Cleulis, del

Conoide del Rio Randice, sul quale sorge Piano d'Arta, e del Conoide dei Rivoli Bianchi, alla periferia di Tolmezzo.

Il primo e il terzo, quello del Rio Moscardo e quello dei Rivoli Bianchi di Tolmezzo, hanno una vita molto lunga, essendosi cominciati a formare subito dopo il ritiro dei ghiacci, circa 18.000 anni fa. Il secondo invece, il Conoide del Rio Randice, ha cominciato a generarsi solo dopo la "morte" del paleolago di Sutrio e Paluzza e le conseguenti incisioni fluvio-torrentizie che hanno asportato il corpo di frana e gran parte del riempimento lacustre.

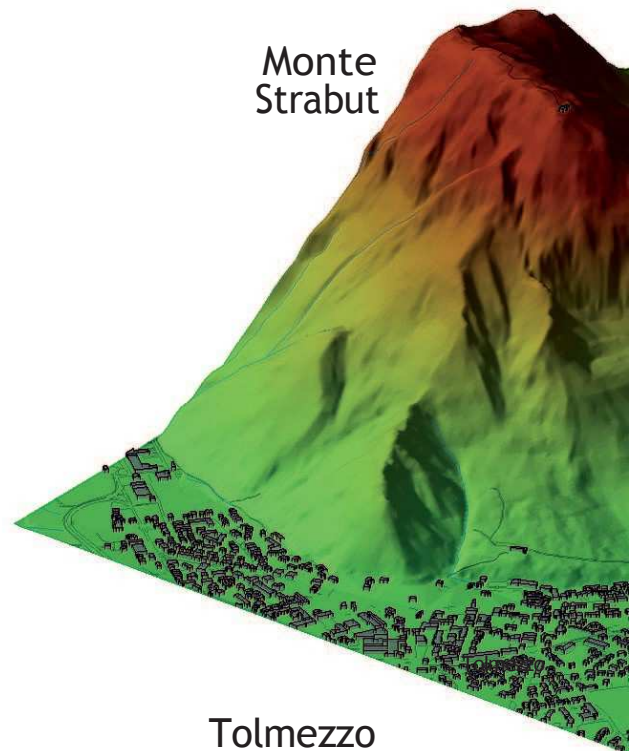
Tutti i conoidi, a ben vedere, non sono ascrivibili al SI MODELLA, ma al SI FORMA. Altrettanto si può dire per gli accumuli delle frane. Questo perché entrambi i depositi sono effetti dovuti al... "mettere", all'aggiungere materiali nuovi.

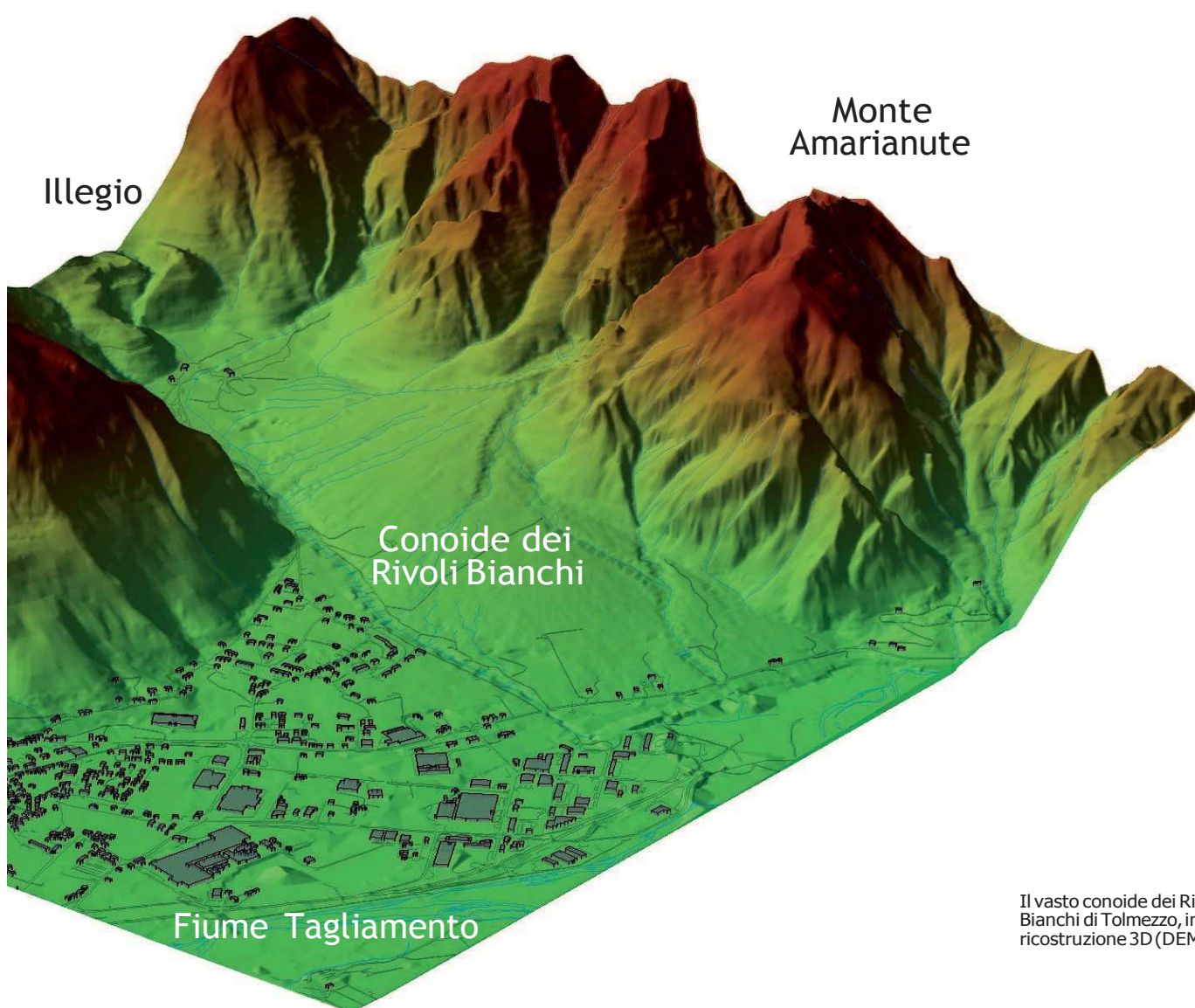
Al contrario invece, le nicchie lasciate dalle frane, così come le incisioni e le gole scavate da quegli stessi rii e torrenti che poi riversano i loro detriti più a valle sotto forma di ventagli, sono un effetto dovuto al... "togliere", e dunque sono riferibili al SI MODELLA.

Quindi tanto i ventagli di detriti torrentizi, i *conoidi di deiezione*, quanto gli accumuli di frana, appartengono concettualmente a un recentissimo SI FORMA (conseguenza diretta del SI MODELLA).

Riflettete allora su questa ulteriore conseguenza. Una parte dei prodotti dell'erosione si accumula nei conoidi, ma un'altra porzione, molto ma molto più abbondante, passa dai torrenti ai fiumi che a loro volta la riversano nelle pianure, nei delta e soprattutto nei mari. Formeranno nuove successioni di strati destinati col tempo trasformarsi in nuove rocce.

E il ciclo ricomincia. Anzi...
non ha mai avuto fine.
Come questa storia,
apparentemente conclusa
ma che, al contrario,
tra 1, 10, 100 milioni di anni...
sarà ancora all'inizio.





Il vasto conoide dei Rivoli Bianchi di Tolmezzo, in una ricostruzione 3D (DEM).

INDICE DEI GEOSITI DESCRITTI

- Alta Valle del Fiume Tagliamento (Sacrovint, Cima Corso) - 60, 61
Altopiano carsico del Foran del Muss - 85
Alveo a canali intrecciati del medio Fiume Tagliamento - 169
Anticlinale di Sant'Osvaldo - 105
Arenaria di Val Gardena lungo il Torrente Chiarsò - 205
Banchi sommersi della Mula di Muggia, Trezza Grande e Trezza Piccola - 185
Bocca lagunare di Sant'Andrea - 181
Brecce, filoni e faglie di Malpasso-Pramosio - 191, 192
Campanile di Val Montanaia - 110
Campi solcati del Monte Poviz - 83
Campi solcati del Monte Robon - 83
Campi solcati di Borgo Grotta Gigante - 153
Campi solcati di San Pelagio e Grotta Lindner - 155
Carsismo del Monte Cjastelat e Pala Fontana - 116
Cascata della Cukula - 126, 127
Cascate del Rio Boncic - 126, 127
Cataclasi presso le sorgenti della Santissima Trinità - 99
Cave romane di Aurisina - 195, 196
Circo glaciale di Cima del Cacciatore - 133, 134
Colle di Osoppo - 95, 96
Colle di Udine - 104, 105
Conca glaciale del Monte Canin - 142, 143
Conca glaciale dello Jôf di Montasio - 142, 143
Conoide di deiezione dei Rivoli Bianchi di Tolmezzo - 68, 69, 92, 236
Conoide di deiezione del Rio Randice - 236
Conoide e Magredi dei Torrenti Cellina e Meduna - 122, 123
Deformazioni del Monte San Simeone - 93
Delta del Fiume Stella - 184
Delta del Fiume Tagliamento - 178, 179
Dinosauri del Villaggio del Pescatore - 158
Discordanza ercinica al Monte Cavallo di Pontebba - 50
Doline ed abissi del Cansiglio - 115
Encriniti del Monte Verzegnis - 67, 68
Facies di piattaforma e bacino del Monte Pramaggiore - 58, 59, 107, 108
Facies di retroscogliera presso il Passo del Cason di Lanza - 48, 49
Falesia di Duino: carsismo, Grotta dell'Ultimo Dinosaurio, solco di battente - 157
Faune eoceniche di Russiz - 130, 131
Finestra tettonica di Pert - 100, 101
Flore e faune carbonifere del Monte Corona - 51
Foce dell'Isonzo e Isola della Cona - 179, 180
Fontanon di Goriuda - 82
Fonte Pussa - 110
Formazioni a Bellerophon e di Werfen lungo il Torrente Bût - 52, 206
Forra dei Torrenti Molassa ed Alba - 112, 113
Forra del Torrente Cellina - 119, 120
Forra del Torrente Cornappo - 126, 127
Forra del Torrente Cosa e Grotte di Pradis - 118
Frana del Vajont - 110, 111
Frana di Borta - 62
Frana sottomarina (olistostroma) di Miramare - 156
Frana sottomarina (olistostroma) di Vernasso - 125, 126
Grebani del Golfo di Trieste - 185
Grotta Gigante - 151
Grotta Nuova di Villanova - 127
Laghi di Fusine e Masso Pirona - 75
Laghi Zoufplan - 136
Lago Avostanis: Calcarì di Pramorio e Formazione dell'Hochwipfel - 135, 136
Lago del Predil - 77, 78
Lago di Doberdò - 160
Lago di Ragogna - 100, 139
Lago Dimon - 134, 135
Lago Minisini - 94
Libri di San Daniele - 112
Linea Fella-Sava - 71, 72
Massi erratici nel Torrente Resia - 136, 138
Meandri abbandonati del Fiume Stella presso Titiano - 175
Meandri del basso Fiume Tagliamento - 169, 170
Miniera di carbone di Cludinico - 188
Miniera di piombo e zinco di Cave del Predil-Raibl - 193, 194
Miniera di scisti bituminosi del Rio Resartico - 193
Miniera medioevale di argento di Pramorio - 191
Nicchie di paleo-frana dei Monti di Rivo e Cucco - 232
Olistoliti di Ringans - 102
Orme di dinosauro presso Casera Casavento - 108, 109
Paleovalle del Torrente Corno - 141
Passaggio Cretacico-Terziario presso Padriciano - 148
Passaggio Ordoviciano-Siluriano presso l'ex Rifugio Fratelli Nordio - 46
Pesci e rettili triassici della Valle di Preone - 63
Piega del Monte Amariana - 68, 69, 92, 214
Risorgive del Fiume Timavo - 158, 160
Risorgive di Virco e Flambro - 172
San Giovanni d'Antro - 128, 129
Scogliera devoniana del Monte Coglians - 47, 200
Sorgenti del Fiume Livenza - 116, 117
Sorgenti dell'Arzino - 66
Spartiacque di Camporosso - 72, 73
Strati verticali di Bocca di Crosis - 98
Stretta di Pinzano e conglomerati miocenici - 100
Successione carbonifera sup. del Monte Auernig - 51
Successione lacustre di Oltreacqua-Rio Bianco - 79
Successione lacustre di Ponte Racli - 120, 121
Successione permo-carbonifera del Monte Carnizza - 51
Successione triassica del Monte Bivera - 55, 56
Terrazzi fluviali del Torrente Meduna - 121
Torbiera d'alta quota presso il Pian di Lanza - 136, 137
Torbiera di Borgo Pegoraro - 139, 140
Torri di Monrupino - 150, 151
Val Rosandra - 161, 163
Valle sospesa del Passo di Monte Croce Carnico - 221

INDICAZIONI BIBLIOGRAFICHE

Molti sono i volumi e gli articoli scientifici che parlano della geologia del Friuli Venezia Giulia (una bibliografia recente ne ha contati quasi diecimila), ma in questa occasione riteniamo opportuno proporvi alcune pubblicazioni di tipo didattico divulgativo reperibili in commercio, o scaricabili da Internet o nelle biblioteche civiche che abbiano un valenza più spiccatamente didattica.

Per la parte più generale vi consigliamo alcuni manuali che, seppure datati, mantengano una ottima valenza didattica
L. Trevisan & E. Tongiorgi, 1976 - *La Terra*. Utet ed.: 638 pp.

G.B. Castiglioni, 1989 - *Geomorfologia*. Utet ed.: 436 pp.

F. Press, R. Siever, J. Grotzinger & T. Jordan, 2006 - *Capire la terra*. Zanichelli ed.: 451 pp.

Più recente e con moltissimi riferimenti al territorio friulano

C. Venturini, 2011 - *Si forma si deforma si modella*. Comunità Montana della Carnia: 192 pp.

Per ciò che riguarda i geositi della nostra regione fondamentale è ovviamente il volume uscito pochi anni fa che illustra tutti i geositi e comprende anche parti introduttive sulla geologia della regione.

F. Cucchi, F. Finocchiaro & G. Muscio, 2009 - *Geositi del Friuli Venezia Giulia*. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, 380 pp.

La lettura del territorio richiede una carta geologica: oltre ai fogli 1:50.000 pubblicati da Regione e ISPRA, è disponibile una carta geologica dell'intera regione alla scala 1:150.000 (la stessa che, semplificata, è stata utilizzata nell'allegata mappa dei geositi)

G.B. Carulli, 2006 - *Carta geologica del Friuli Venezia Giulia*, scala 1:150.000 (con note illustrative). Reg. Aut. Friuli Venezia Giulia, Direz. Reg. Ambiente e Lavori Pubblici, Servizio Geologico Regionale, S.EL.CA.

Per maggiori informazioni su geologia, morfologia e paleontologia del Friuli Venezia Giulia vi segnaliamo alcuni titoli che possono essere una utile fonte di informazioni (dalla Via Geoalpina, ad esempio, è stato rielaborato l'itinerario sul Carso Triestino)

Bianco F., Bondesan A., Paronuzzi P., Zanetti M. & Zanferrari A. (eds), 2006 - *Il Tagliamento*. Cierre ed., Università di Udine, Circolo Menocchio: 507 pp.

Carulli G.B. (con il contributo di M. Galli), 2013 - *La storia geologica delle Giulie*. Alpi Giulie, 108 (2): 134 pp.

Carulli G.B., Cozzi A., Longo Salvador G., Pernarcic E., Podda F. & Ponton M., 2000 - *Geologia delle Prealpi Carniche*.

Carta Geologica alla scala 1:50.000 con Note Illustrative. Museo Friulano di Storia Naturale, pubbl. 44: 48 pp.

Cucchi F. & Zini L. (a cura di), 2009 - *Paesaggi carsici nel Friuli Venezia Giulia*. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Dip. Scienze Geol. Amb. e Marine Università di Trieste: 112 pp.

Dalla Vecchia F.M., 2008 - *Vertebrati fossili del Friuli. 450 milioni di anni di evoluzione*. Museo Friulano di Storia Naturale, pubbl. 50: 304 pp.

Fontana A., 2006 - *Evoluzione geomorfologica della bassa pianura friulana e sue relazioni con le dinamiche insediative antiche* (con carta geomorfologica). Museo Friulano di Storia Naturale, pubbl. 47: 288 pp.

Gasparo D. (a cura di), 2008 - *La Val Rosandra e l'ambiente circostante*. Lint ed.: 276 pp.

Muscio G. & Venturini C. (a cura di), 2012 - *Le Alpi Carniche: uno scrigno geologico*. Museo Friulano di Storia Naturale, 160 pp.

Panizza M. (a cura di), 2010 - *Un'escursione nello spazio e nel tempo. Via GeoAlpina, Itinerari italiani*. Geologia & Turismo: 292 pp. (Reperibile su: www.geologiaeturismo.it)

Ponton M., 2010 - *Architettura delle Alpi Friulane* (con n. 8 sezioni geologiche alla scala 1:100.000, 1 carta geologica alla scala 1:200.000). Museo Friulano di Storia Naturale, pubbl. 52: 80 pp.

Venturini C., 2006 - *Evoluzione geologica delle Alpi Carniche* (con carta geologica delle Alpi Carniche in scala 1:25.000). Museo Friulano di Storia Naturale, pubbl. 48: 208 pp.

Per chi volesse approfondire la Società geologia Italiana ha curato, nei decenni scorsi, una serie di guide che propongono itinerari geologici in una decina di regioni italiane, compresa la nostra. Sono guide molto interessanti, ma anche piuttosto tecniche e scritte per chi abbia già buone conoscenze di geologia

Vai Gb., Venturini C., Carulli G.B. & Zanferrari A. (coord.), 2002 - *Guide geologiche regionali. Alpi e Prealpi Carniche e Giulie*. Società Geologica Italiana, Bema ed.: 390 pp.

Per le carte geologiche alla scala 1:50.000: www.isprambiente.gov.it/Media/carg/friuli.html

Per l'atlante dei tipi geografici dell'IGM: www.igmi.org/pubblicazioni/atlane_tipi_geografici/consulta_atlante.php

Per la bibliografia geologica del Friuli Venezia Giulia: www.comune.udine.it

Per la cartografia geologico tecnica della regione e le guide "Geovagando": www.regione.fvg.it

Per le acque del Carso classico: www.hydrokarst-project.eu (volume finale di Hydrokarst)

© 2015, Museo Friulano di Storia Naturale

Tutti i diritti riservati

Finito di stampare nel mese
di settembre 2015
da Poligrafiche San Marco - Cormòns (Go)

Colonna geocronologica

Era	Periodo	Epoca	Milioni di anni
NEOZOICA O QUATERNARIA		OLOCENE	0,01
		PLEISTOCENE	2,6
CENOZOICA O TERZIARIA	NEOGENE	PLIOCENE	5,3
		MIOCENE	23
	PALEOGENE	OLIGOCENE	34
		EOCENE	56
		PALEOCENE	66
	CRETACEO		145
MESOZOICA O SECONDARIA	GIURASSICO		201
	TRIASSICO		252
PALEOZOICA O PRIMARIA	PERMIANO		299
	CARBONIFERO		359
	DEVONIANO		419
	SILURIANO		443
	ORDOVICIANO		486
	CAMBRIANO		541
PRECAMBRIANO	PROTEROZOICO	Il Precambriano comprende circa l'87% della scala dei tempi geologici	2.500
	ARCHEANO		4.750

